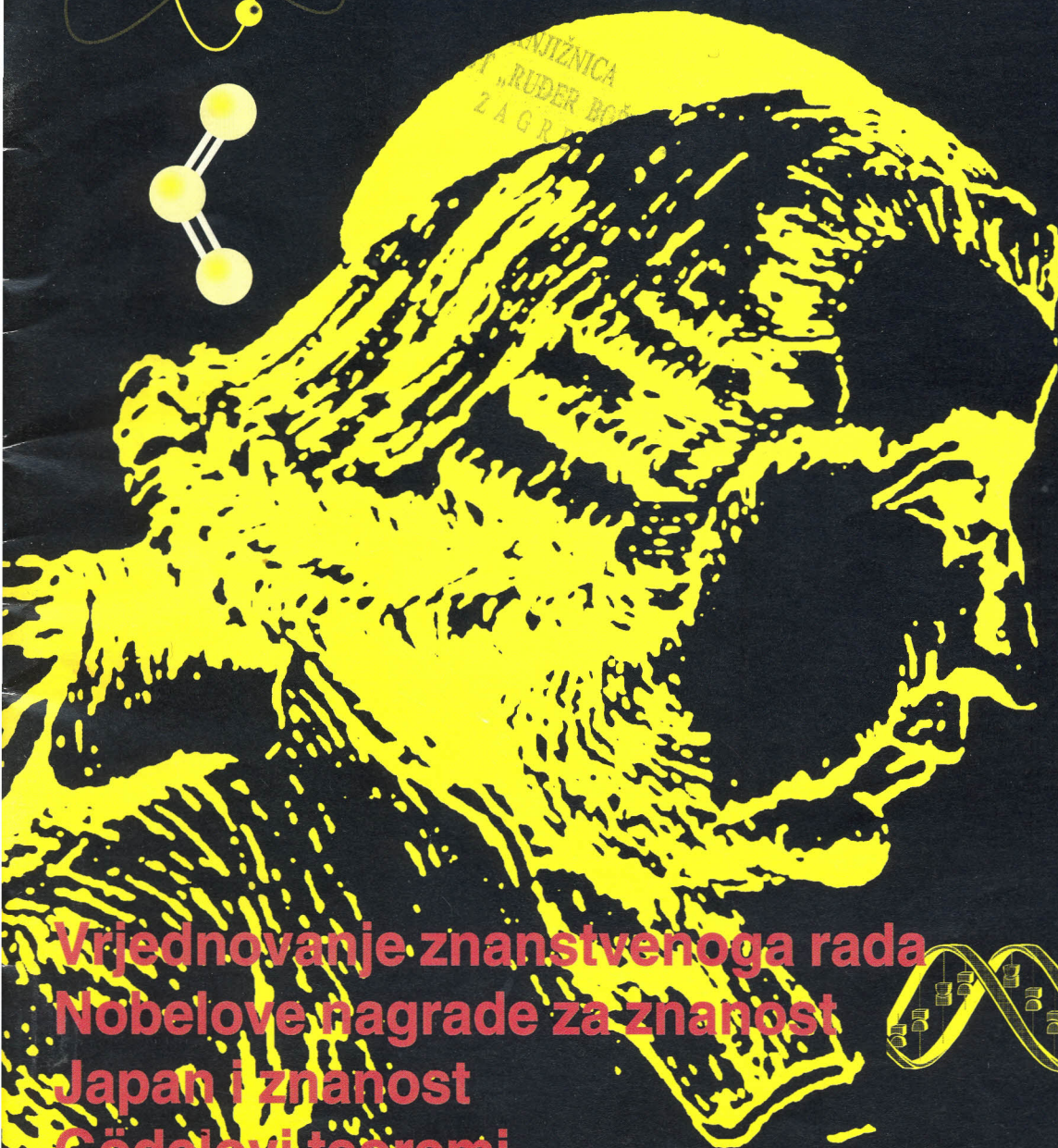


Nuglar



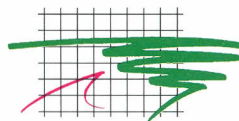
**Vrjednovanje znanstvenoga rada
Nobelove nagrade za znanost
Japan i znanost
Gödelovi teoremi**



AGENCIJA ZA
POSREDOVANJE I
PROMOTIVNO
POSLOVANJE
Znanost i
Visokoškolsko
poslovanje
P.O. Box 118
10000 Zagreb
Tel: 01/236 1118
Fax: 01/236 1118



▲ NEZAVISNI SINDIKAT ZNANOSTI I VISOKOG OBRAZOVANJA
▲ Independent Union of Research and Higher Education Employees of Croatia



ENCONET
INTERNATIONAL d.o.o.



Blagoslovljen Božić i
sretno novo ljetto!



"Rugjer" je hrvatski mjesečnik za promicanje znanosti.

Izdaje ga "Lucidar" d. o. o., Šubićeva 18, HR-10000 Zagreb, (direktorica Lucija Krčmar), u suradnji s Nakladnom kućom "Dr. Feletar", Trg mladosti 8, HR-48000 Koprivnica i uz potporu Agencije za posebni otpad, "Enconet", d.o.o., Instituta "Otvoreno društvo - Hrvatska", Instituta "Ruđer Bošković", Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske, Nezavisnog sindikata znanosti i visokog obrazovanja i "Plive" d.d.

Uredništvo: Zvonimir Jakobović, Tomislav Krčmar (glavni i odgovorni urednik), Nenad Prelog, Vilim Ribić, Rajka Rusan i Srećko Šošarić (tehnički urednik)
Naslov uredništva: "Rugjer", Domo-branska 21/II., stan Krčmar, HR-10000 Zagreb, telefon (01) 576-407
Obavijesti i na telefon: (01) 456-10-56
E-mail: tkrcmar@olimp.irb.hr

Cijena pojedinog broja 25 kuna.

Pretplata za 6 brojeva 135 kuna a za 12 brojeva 250 kuna.

Za inozemstvo dvostruko.

Uplata na račun: 30101-603-33054

(Zavod za platni promet)

"Rugjer" je prijavljen u Odjelu za informiranje Ministarstva kulture Republike Hrvatske i upisan pod brojem 1199. Mišljenjem Ministarstva kulture (Urbroj: 532-03-1/7-96-01) "Rugjer" je oslobođen od plaćanja poreza na promet.

Izdavačko vijeće:

Josip Aralica, Zvonimir Baletić, Marko Branica, Nikola Cindro, Nikola Čavlina, Stjepan Čuić, Božidar Etlinger, Dragutin Feletar, Milan Herak, Radovan Ivančević, Franjo Kajfež, Boris Kamenar, Juraj Kolarić, Ivica Kostović, Tomislav Krčmar, Pavao Novosel, Gjuro Njavro, Krešimir Pavelić, Krunoslav Pisk, Valentin Pozaić, Vilim Ribić, Nikola Ružinski, Vlatko Silobričić, Radan Spaventi, Damir Subašić i Zvonimir Šikić.

Slog i priprema za tisak: "Lucidar" d.o.o.
Tisak: "Papir Grafika" p. o., HR-10000 Zagreb, Vlaška ulica 81a

<http://www.znanost.hr/mzt/hrv/info/rugjer.html>



Godište I.

18. prosinca 1996.

Broj 5

2 Riječ urednika

tema broja

3 Branimir Klaić: Pokušaj vrjednovanja u znanosti u nas

pabirci

12 Rajka Rusan: Nobelove nagrade za medicinu, kemiju i fiziku 1996. godine

15 Nenad Prelog: Comdex '96

16 Rajka Rusan: Nova medicinska etika

17 Tomislav Krčmar: Božićna priča o kalendaru

o znanosti i o znanstvenicima

20 Ministarstvo znanosti i tehnologije: Odlikovanja znanstvenicima

21 *** ***: Imenovanje i razrješenje pomoćnika ministra

znanosti i tehnologije

*** ***: Izmjene i dopune zakona o ustrojstvu i djelokrugu

ministarstava i državnih upravnih organizacija

*** ***: Fulbrightov program

23 Žarko Modrić: Znanost i birokracija:

Je li u Japanu zaista počelo XXI. stoljeće?

članci

30 Zvonimir Šikić: Gödelovi teoremi

36 Anita Filipčić: Anomalija temperature zraka u Hrvatskoj

38 Ankica Čižmek: Zeolit ZSM-5

40 Marko Radačić: Pokusni modeli i pokusne životinje u biomedicinskim istraživanjima

43 Zvonimir Jakobović: Početci telefonije

45 *** ***: 400 brojeva ABC tehnike

46 Mladen Martinis: "Rugjerova" karikatura kao komentar

47 Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti: Natječaj

48 Upute suradnicima

Autori važnijih tekstova u ovome broju su:

dr. Ankica Čižmek, Institut "Ruđer Bošković"

mr. Anita Filipčić, Prirodoslovno-matematički fakultet,

Geografski odsjek, Zagreb

Zvonimir Jakobović, dipl. ing., Leksikografski zavod "Miroslav Krleža"

dr. Branimir Klaić, Institut "Ruđer Bošković"

Žarko Modrić, dopisnik "Yomiuri Shimbun", Zagreb

dr. Marko Radačić, Institut "Ruđer Bošković"

prof. dr. Zvonimir Šikić, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb

Riječ urednika

U rukama imate 'već' peti broj našeg mjesečnika. Pet uistinu nije velika brojka no nama koji radimo "Rugjer" nije bilo ni najmanje lako postići da sve bude na vrijeme napravljeno i da se časopis, kao što je bilo i najavljeno, pojavljuje svakog 18. u mjesecu.

Ovaj broj, opet, donosi nešto bitno novo: veliki članak dr. Branimira Klaića o vrdjednovanju znanstvenoga rada u Republici Hrvatskoj. To je, na iznenađenje i čuđenje velike većine onih koji su izvan znanosti, zapravo vrlo osjetljiva, pa i opasna tema. Saznao sam to 'na vlastitoj koži' još prije točno dvadeset godina kada sam pomogao da se javnosti predstave rezultati upravo napravljene studije "Znanstvena djelatnost i njeno vrednovanje putem znanstvenih publikacija". Za tadanju Republičku zajednicu za znanstveni rad SRH napravio ju je tada mladi znanstvenik dr. Ivica Ružić iz Centra za istraživanje mora Instituta "Ruder Bošković".

Već sljedećeg dana nakon što sam s njime o tome razgovarao u tadanjoj petosatnoj emisiji "Eppur si muove" Drugog programa Radio Zagreba bio sam pozvan pretpostavljenima kako bih objasnio o čemu se radi i zašto sam to napravio. Tadanji tajnik Republičke zajednice za znanstveni rad je, na poticaj tajnika jednog od sedam tadanjih SIŽ-ova za znanost, tražio objašnjenje i ispriku zašto je to objavljeno. Bez namjere da dalje opisujem sve poteškoće i posljedice što su sljedile želim jedino pokazati da sam već i tada jasno upozoren kako je osjetljivo i opasno pokušati čak i na koliko je to bilo moguće objektivniji način pokazati barem neke stvarne ocjene naše znanstvene djelatnosti i naših znanstvenih djelatnika.

Ni sada situacija, bojim se, nije mnogo bolja. Članak dr. B. Klaića trebao je još prije nekoliko mjeseci biti objavljen u drugom časopisu - ali se od toga u posljednji čas odustalo. I meni je, u razgovorima što sam ih vodio želeći saznati što mnogi uglednici do mišljenja kojih mnogo držim misle o objavljivanju toga članka u "Rugjeru", u pravilu savjetovano da dobro razmislim prije nego što odlučim hoću li to napraviti. Naravno, dobro sam razumio te savjete i shvatio ih uistinu dobronamjerno - ali sam i zaključio da, želi li neki časopis s pravom za sebe smatrati kako mu je zadaća promicati znanost u Hrvatskoj, ne smije izbjegavati tako važnu temu.

Uostalom, upravo zato što se, unatoč nekim pokušajima, u Hrvatskoj nikada nije moglo uvesti stvarno ocjenjivanje vrijednosti znanstvenih dostignuća i ostvarenja - u toj djelatnosti i danas ima mnogo više zbrke, nejasnoća i problema nego što bi to trebalo i smjelo biti. Shvaćaju to dobro i oni

koji danas vode znanstvenu djelatnost u Republici Hrvatskoj a pokazali su to jasno i brojni problemi u posljednjih nešto manje od godinu dana s formuliranjem znanstvenih programa i projekata za sljedećih tri godine, kao i s potpisivanjem ugovora za njihovo financiranje.

Obrazloženje onih koji nepopustljivo tvrde kako je znanost takva duhovna djelatnost da ju nije ni moguće niti dopustivo ocjenjivati kao bilo što drugo jer "...nikada se ne može sa stopostotnom sigurnošću tvrditi da neki znanstveni rad nezapažen danas neće već sutra njegovom tvorcu donijeti Nobelovu nagradu ..." zapravo je samo još jedan očiti dokaz kako se znanošću bave u pravilu uistinu najumniji, u svakome slučaju dovoljno pametni da znaju naći dobro opravdanje za tvrdnju da nitko zapravo ne bi smio usuditi se ocjenjivati ono što oni tvrde da je vrhunska znanost. Naravno, stvar je zapravo posve suprotna tome: znanstvena djelatnost najegzaktnija je od svega što čovjek svojim umom polučuje i upravo zato mora se moći mjeriti njezina vrijednost.

A to se i radi u svijetu, barem u onome njegovom dijelu što zahvaljujući upravo znanstvenim dostignućima nezaustavljivo sve brže odmiče većem i sve siromašnijem ostatku. Vrijeme je da se i u nas javno uspostave neka egzaktna mjerila. Novca što ga država daje za znanstvenu djelatnost ima sve manje, u svakome slučaju mnogo premalo prema onome što bi znanstvenici željeli dobivati. Njihova želja je i te kako razumljiva, osobito kad ju potkrepljuju tvrdnjama pa česti i brojčanim pokazateljima kako se svuda u svijetu mnogo više ulaže u znanost i znanstveno djelovanje. Pri tome se, istina, u pravilu zaboravlja da u onome razvijenijem dijelu svijeta novac u znanost u pravilu ne ulaže (samo) država - nego i više oni koji od nje imaju korist i još više koriste očekuju.

A ti koji ulaže svoj novac u točno određena istraživanja žele jasno znati što je s tim novcem napravljeno i što za nj oni dobivaju. U nas bi takva traženje, kad bi ga netko stvarno i želio provesti, vrlo često ako ne u pravilu - nailazilo na nepremostivi zid posvemašnje nemogućnosti dolaženja do bilo kakvog stvarnog podatka. Novinar koji se već gotovo četvrt stoljeća vrzma po našoj znanstvenoj zajednici te ju je prilično dobro upoznao mogao bi lako nabrojiti mnoge znanstvene projekte što su koštali vrlo mnogo novaca - a ni iz bliza nisu dali tražene i željene rezultate. Dovoljan je samo primjer Tvornice aluminijske u Obrovcu, čuvene hrvatske gospodarske katastrofe iz početka osamdesetih godina.

Naime, osim očitih političkih razloga što su naveli na gradnju tako skupe tvorni-

ce upravo na području gdje su pretežno živjeli Srbi, za odluku o gradnji presudni su bili rezultati istraživanja gdje se nedvojbeno tvrdilo da na tome području ima dovoljno kvalitetne aluminijske rudače te se isplati podići takvo golemo postrojenje. Potpisao ih je tadanji vrlo ugledni akademik, geolog, koji je usput imao i jednu od najvažnijih uloga u znanstvenoj politici toga doba. Što se u međuvremenu dogodilo s tvornicom aluminijske u Obrovcu i do čega je to sve dovelo, uistinu nije potrebno ponovno navoditi, ali nije izlišno podsjetiti da se ipak nitko nije usudio javno upitati uglednog znanstvenika je li svjestan što je napravio, koliko to sve nas košta - i do čega je to dovelo!?

Ili, možda će još bolja slika takvoga stanja biti podsjećanje na dugogodišnjeg jednog od najviših rukovodilaca u znanstvenoj politici u Hrvatskoj koji je vrlo često i vrlo rado držao dugočasna izlaganja o blistavom stanju znanosti u nas. To je potkrepljivao tvrdnjom kako imamo iznaprosto mnogo znanstvenika pa je navodio brojke od dvanaest, četrnaest pa i više tisuća znanstvenika kojih imena su bila u tadanjem Registru znanstvenih radnika. A i tada je nekima koji su ga slušali bila znano da je prava brojka manja od tisuću - što pokazuje i dr. B. Klaić. No, taj poznati 'znanstveni funkcionar' nesmetano je to javno tvrdio jer drukčijih podataka nije ni moglo niti smjelo biti.

Naravno, ponetko će možda i zapitati kakve sveze ti poznati slučajevi imaju s vrdjednovanjem znanstvenoga rada i s pokušajem da se točno ocijeni koliko je neki znanstvenik postigao, a odgovor nije samo u 'slučajnosti' da se na početku ovog teksta navedeni događaj od prije dvadeset godina dogodio baš u vrijeme 'vladavine' spomenutog negdanjenog znanstvenog moćnika, nego i u činjenici da se sve to moglo dogoditi a da nitko javno ne prosvjeduje (i) zato što nije mogao niti smio znati pravu vrijednost bilo kojeg znanstvenog djela i bilo kojeg znanstvenika. A i znanstvenici su mogli donositi ocjene za koje su bili sigurni da ih nikada nikome neće morati opravdavati niti dokazivati njihovu opravdanost.

Vjerovati je da je takvo vrijeme zauvijek za nama te da se i u znanosti ne samo smije nego i mora reći 'popu pop - a bobu bob'. I da to sadanji čelnici namjeravaju i podupiru. Možda će to za neke i biti bolno, ali će za cijelu zajednicu to nedvojbeno donijeti korist. S vjerom u to u ime svih koji su pridonijeli i ovome broju "Rugjera" želim čestite i blagoslovljene blagdanke.

Pokušaj vrjednovanja u znanosti u nas

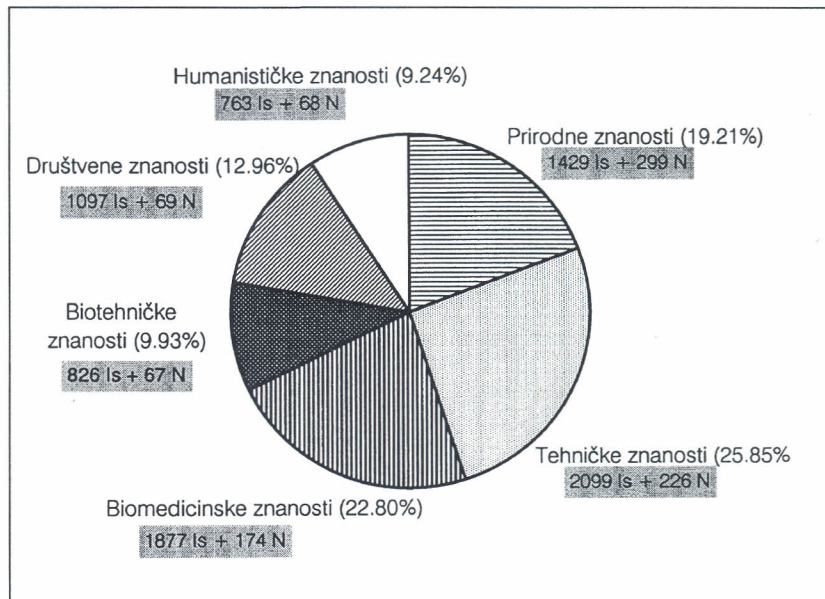
Branimir Klaić

UVOD

Znanstvena djelatnost je javna djelatnost kojoj je osnovni cilj povećati znanje ljudskog roda. Ova se definicija ponajprije odnosi na temeljne ili fundamentalne znanosti. Zahvaljujući toj činjenici dozvoljeno je analizirati znanstveni doprinos i kvalitetu pojedinih istraživanja, projekata, grupa znanstvenika ili znanstvenih institucija. Iako se općenito smatra da znanost kao kreativnu djelatnost nije moguće mjeriti, postoji cijeli niz scientometrijskih parametara koji daju objektivnu sliku o znanstvenom doprinosu nekog autora ili znanstvenog djela.

Da bi znanstveno djelovanje uopće moglo povećavati znanje ljudskog roda, potrebno ga je približiti korisnicima ili, kraće, znanstveno djelo potrebno je objaviti. Znanstvena se djela uglavnom objavljuju u znanstvenim časopisima, iako ih je moguće publicirati i u knjigama, odnosno izložiti na znanstvenim skupovima. Objavljivanje znanstvenog članka u časopisu još uvijek nije jamstvo da će se to djelo i uočiti u znanstvenoj zajednici. Naime, trenutačno na svijetu postoji više od stotinu tisuća primarnih znanstvenih časopisa no svi nisu jednako dostupni znanstvenoj zajednici. Zbog toga, ukoliko želimo da se naše istraživanje uoči, potrebno je suziti izbor časopisa u kojima objavljujemo na šest do sedam tisuća. Te časopise obuhvaćaju tri sekundarne publikacije koje objavljuje *Institute of Scientific Information* (Philadelphia, USA): *Science Citation Index* (SCI), *Social Science Citation Index* (SSCI) i *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI), odnosno četvrta publikacija *Current Contents*, čiji je obuhvat neznatno veći od triju navedenih indeksa. Istraživač koji ne poštuje to osnovno pravilo objavljivanja sam sebe osuđuje na anonimnost.

Ova analiza je napravljena na temelju podataka obuhvaćenih sa sva tri indeksa, dakle SCI-om, SSCI-om i A&HCI-om. Ranija scientometrijska analiza¹ je pokazala da od 1969 znanstvenih djela, objavljenih uz adresu institucije iz Republike Hrvatske, koja su obuhvaćala tri navedena indeksa u razdoblju 1990-1992.



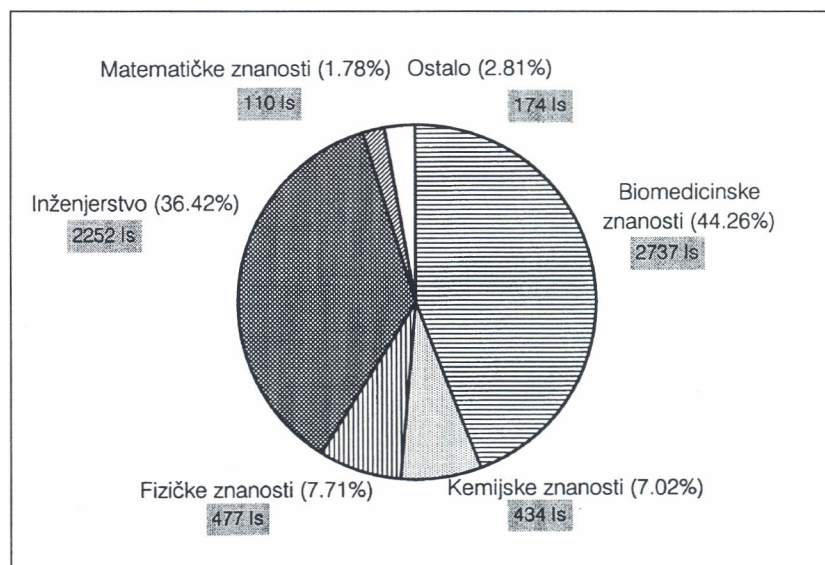
Slika 1: Raspodjela istraživača (Is) i novaka (N) po znanstvenim područjima prema Nacionalnom znanstvenoistraživačkom programu

god., njih svega 26 (1,3%) bilo je s područja humanističkih, odnosno 101 (5,1%) s područja društvenih znanosti, SCI je obuhvatio čak 1842 rada ili 93,6% od ukupnog broja objavljenih radova. Svjetska raspodjela objavljenih znanstvenih djela bitno se razlikuje od hrvatske, SSCI i A&HCI obuhvaćaju po oko 14% djela, dok SCI preostalih 72%.

METODOLOGIJA

1. Znanstveni kadar

Prema najnovijim podacima² u Republici Hrvatskoj znanosti se bavi 8103 znanstvenika i 884 znanstvena novaka, dakle ukupno 8987 ljudi. Slika 1. pokazuje njihovu raspodjelu po znanstvenim područjima. Od tog broja znanstvenim



Slika 2: Raspodjela istraživača prema kriterijima *Science Citation Index-a* (Most 6)

granama koje obuhvaća SCI bavi se 6239 znanstvenika i 745 novaka, odnosno ukupno 6984 čovjeka. Budući da SCI posjeduje bitno različitu sistematizaciju znanstvenih područja od sistematizacije Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske, slika 2 daje raspodjelu naših znanstvenika prema SCI kriterijima.³ Treba uočiti da 174 znanstvenika koji se prema podacima iz glasila Ministarstva znanosti i tehnologije "Most" vode kao "ostali" nisu svrstani niti u jedno od pet znanstvenih područja.

2. Obuhvat znanstvenih djela

U razdoblju 1. siječnja 1980. - 31. prosinca 1995. god (16 godina) SCI, SSCI i A&HCI su obuhvatili ukupno 8825 znanstvenih djela uz adresu institucija iz Republike Hrvatske.⁴⁻⁶ To znači da ovom analizom **nisu obuhvaćeni** oni znanstveni radovi naših znanstvenika objavljenih **uz isključivo strane adrese**. Iz baze podataka koja je dobivena pretraživanjem SCI-a sa čvrstog diska i tiskanih verzija SSCI i A&HCI ispuštena su znanstvena djela poput priopćenja sa znanstvenih skupova, preglednih članaka, uredničkih priloga, nekrologa, rasprava, recenzija knjiga i programa za računalu, **a zadržane su samo tri vrste znanstvenih djela**, članci (*articles*), note (*notes*) i pisma (*letters*). Tih 8825 djela mogu se smatrati u strogom smislu riječi izvornim (originalnim) znanstvenim radovima.

3. Parcijalno autorstvo

Većina znanstvenih djela, preko 90%, objavljuje se u koautorstvu dvaju ili više autora (n). Zbog toga se u ovoj analizi svakom autoru pripisao n-ti dio dotičnog znanstvenog djela. Iako koautori nekog članka imaju različit doprinos u njegovoj izradi, pri scientometrijskoj analizi (obrađeno je gotovo devet tisuća radova), jedina je mogućnost da se svakom koautoru pripiše jednako parcijalno autorstvo.

4. Kvaliteta korištenih znanstvenih časopisa

Kvaliteta znanstvenog časopisa se izražava faktorom utjecaja (*impact factor*) časopisa, koji se definira za određenu godinu kao omjer broja citata članaka objavljeni u časopisu u prethodne dvije godine i ukupnog broja radova objavljenih u časopisu u istom vremenskom razdoblju. Faktori utjecaja časopisa pojedinih znanstvenih grana se znatno razlikuju i zbog toga se dvije znanstvene grane ne mogu izravno usporediti (tablica 1).⁷ Prosječni utjecaj (kvaliteta) časopisa svake

Tablica 1. Broj objavljenih radova uz adresu institucija iz Republike Hrvatske u razdoblju 1980.- 1995.god. i svjetski faktori utjecaja znanstvenih grana

Znanstvena grana	Radova	Autora	ParcAut	PrKval	Koefic
Opća kemija	594	1786	0,333	2,73	0,878
Farmakologija i farmacija	485	1784	0,272	2,99	0,961
Opća biologija	463	1592	0,291	3,06	0,984
Analitička kemija	412	1097	0,376	2,67	0,859
Fizička kemija	394	1295	0,304	2,84	0,913
Opća fizika	343	1778	0,193	4,96	1,595
Fizika čvrstog stanja	336	1167	0,288	3,24	1,042
Nuklearna fizika	305	2916	0,105	3,07	0,987
Organska kemija	260	847	0,307	2,59	0,833
Biokemija i molekularna biologija	250	1028	0,243	6,22	2,000
Kristalografija	214	672	0,318	2,02	0,650
Onkologija	207	1099	0,188	4,42	1,421
Znanost o okolišu	197	607	0,325	2,02	0,650
Antropologija	189	498	0,380	0,84	0,270
Primijenjena fizika	143	500	0,286	2,92	0,939
Atomska, molekularna i kemijska fizika	136	415	0,328	4,54	1,460
Nuklearne znanosti i tehnologija	133	1001	0,133	1,45	0,466
Znanost o polimerima	133	460	0,289	2,01	0,646
Radiologija i nuklearna medicina	132	440	0,300	2,73	0,878
Biologija mora	126	367	0,343	2,19	0,704
Anorganska i nuklearna kemija	124	454	0,273	2,63	0,846
Fizika čestica i polja	114	1110	0,103	5,11	1,643
Znanost o materijalima	103	309	0,333	1,43	0,460
Endokrinologija i metabolizam	98	676	0,145	4,78	1,537
Opća i interna medicina	90	500	0,180	2,56	0,823
Oceanografija	85	282	0,301	3,80	1,222
Neuro-znanosti	83	271	0,306	4,09	1,315
Eksperimentalna i istraživačka medicina	82	347	0,236	3,42	1,100
Pedijatrija	78	334	0,234	2,15	0,691
Imunologija	78	359	0,217	6,26	2,013
Opća matematika	75	117	0,641	0,75	0,241
Javno zdravlje	73	315	0,232	1,99	0,640
Znanost i tehnologija hrane	66	186	0,355	1,71	0,550
Biofizika	66	232	0,284	5,04	0,617
Genetika i nasljeđivanje	65	297	0,219	3,97	1,277
Geo-znanosti	65	247	0,263	3,11	1,000
Spektroskopija	64	199	0,322	1,71	1,819
Botanika	60	169	0,355	2,35	1,323
UKUPNO	6921	27753	0,249		
Ostale znanstvene grane	1904	5927	0,321		
SVEUKUPNO	8825	33680	0,262		

ParcAut = parcijalno autorstvo (omjer broja radova i broja autora)

PrKval = prosječna kvaliteta časopisa pojedine znanstvene grane prema referenci 7

Koefic = omjer kvalitete svih časopisa obuhvaćenih SCI-om i prosječne kvalitete časopisa pojedine znanstvene grane

znanstvene grane obuhvaćene SCI-om, njih oko stotinu i dvadeset, (u većini njih su znanstvenici iz Hrvatske objavljivali svoja znanstvena djela) izrazio se koeficijentom grane. Tako npr. biokemija i molekularna biologija ima koeficijent grane 2,000, što znači da je prosječna citiranost časopisa (6,22 citata po radu) te grane dva puta veća od prosječne citiranosti svih časopisa obuhvaćenih SCI-om, tj. 3.11 citata po radu u petogodišnjem razdoblju 1981 - 1985. god.

Da bismo časopise iz neke grane sveli na prosječni faktor utjecaja svih časopisa obuhvaćenih SCI-om, koji iznosi 1,485⁸, faktor utjecaja npr. po-

jedinog biokemijsko i molekularno biološkog časopisa dijeli se sa 2,000, dok se faktor utjecaja časopisa iz znanosti o polimerima dijeli s 0.646 (tablica 1). Na taj se način dobiva normirani faktor utjecaja časopisa, koji omogućava međusobnu usporedbu znanstvenih grana. Normirani faktor utjecaja pojedinog časopisa računao se iz srednje vrijednosti faktora utjecaja triju odabranih godina (1982., 1987. i 1992. god.), koji se potom dijelio s koeficijentom znanstvene grane. Ukoliko je bila riječ o novijem časopisu, uzimala se srednja vrijednost dviju godina, odnosno faktor utjecaja zadnje godine.

Tablica 2. Prosječna znanstvena produktivnost po znanstvenim granama istraživača iz Republike Hrvatske, sa svjetskom produktivnošću, u razdoblju 1980.-1995. god.

Znanstvena grana Istraživača ParcAut Radova Kvalčas				
Organska kemija	46	5,918	17,978	1,654
Analitička kemija	44	6,615	16,930	1,436
Fizička kemija	31	6,847	20,871	1,592
Znanost o polimerima	21	4,781	15,857	1,430
Anorganska i nuklearna kemija	20	4,675	15,667	1,519
Fizička kemija (teoretičari)	15	13,875	37,267	1,396
Elektrokemija	7	7,217	15,000	1,668
UKUPNO KEMIJSKE ZNANOSTI	185	6,674	19,169	1,519
Fizika čvrstog stanja	32	6,295	21,250	1,727
Kristalografija	24	7,523	24,875	1,388
Nuklearna fizika	17	5,306	23,529	1,858
Fizika čvrstog stanja (teoretičari)	13	8,099	17,231	1,987
Nuklearna fizika (teoretičari)	13	8,555	28,923	2,185
Fizika čestica i polja (teoretičari)	13	6,580	15,923	1,897
Atomska, molekularna i kemijska fizika	13	6,417	19,417	1,703
Oceanografija	9	5,920	15,889	1,490
Primijenjena fizika	7	8,913	22,429	1,522
Fizika čestica i polja	7	4,557	20,429	1,316
Geo-znanosti	7	5,981	18,857	1,432
Astronomija i astrofizika	7	3,359	12,000	0,910
Ostale fizičke znanosti	5	5,097	9,200	1,137
Optika	3	5,900	9,667	1,326
UKUPNO FIZIČKE ZNANOSTI	170	6,552	20,414	1,681
Opća matematika	6	7,264	9,500	1,578
Primijenjena matematika	4	5,564	9,750	1,637
UKUPNO MATEMATIČKE ZNANOSTI	10	6,584	9,600	1,598
Nuklearne znanosti i tehnologija	12	5,843	25,333	2,036
Znanost o materijalima	10	7,583	22,200	1,173
Ostalo inženjerstvo	9	3,999	9,222	1,513
Znanost i tehnologija hrane	7	4,663	11,429	1,011
Metalurgija i rudarstvo	5	8,012	18,200	1,856
Kemijsko inženjerstvo	4	4,229	8,500	0,865
Znanost o materijalima, keramika	3	3,417	12,667	1,695
UKUPNO INŽENJERSTVO	50	5,636	17,040	1,510
Farmakologija i farmacija	72	4,485	14,620	0,954
Biokemija i molekularna biologija	34	5,096	17,412	1,356
Opća biologija	30	5,382	18,533	0,856
Znanost o okolišu	25	4,461	11,792	1,946
Ostale biomedicinske znanosti	16	5,172	14,688	1,237
Biologija mora	12	4,650	10,667	1,258
Istraživačka i eksperimentalna medicina	7	7,430	26,857	1,149
Imunologija	7	4,039	14,857	1,176
Biofizika	5	3,399	12,600	0,975
Botanika	5	5,277	12,600	1,406
Genetika i nasljeđivanje	5	5,423	18,600	1,458
Mikrobiologija	5	2,870	9,400	1,266
UKUPNO BIOMEDICINSKE ZNANOSTI	223	4,811	16,319	1,189
Onkologija	44	4,787	19,273	1,266
Endokrinologija i metabolizam	13	4,294	15,538	1,366
Radiologija i nuklearna medicina	11	4,441	12,091	1,534
Ostale kliničke znanosti	10	6,007	17,900	1,159
Javno zdravlje	10	5,321	18,800	1,645
Gastroenterologija	7	2,486	12,429	1,456
Ginekologija i porodiljstvo	7	6,138	21,571	1,408
Otorinolaringologija	5	3,347	11,400	1,431
Neuro-znanosti	4	4,832	14,750	2,013
Opća i interna medicina	4	2,961	11,000	1,777
Kardiologija	3	5,375	11,667	1,314
Urologija	3	3,039	9,000	2,336
UKUPNO KLINIČKE ZNANOSTI	121	2,905	9,603	1,481
Antropologija	17	4,450	10,765	0,870
Ostale društvene znanosti	5	5,253	7,400	1,326
Informacijske znanosti	3	5,400	8,333	2,040
UKUPNO DRUŠTVENE ZNANOSTI	25	4,725	9,800	1,132
UKUPNO HUMANISTIČKE ZNANOSTI	8	3,875	3,875	1,351
SVEUKUPNO	792	5,391	16,185	1,464

Istraživača = broj istraživača na ili iznad svjetskog prosjeka

ParcAut = prosječno parcijalno autorstvo po istraživaču u pojedinoj znanstvenoj grani

Radova = prosječni broj objavljenih radova po istraživaču uz adresu institucije iz Republike Hrvatske

Kvalčas = prosječni normirani faktor utjecaja korištenih časopisa pojedine znanstvene grane

U slučaju znanstvenih djela koja su bila obuhvaćena SSCI-om, a riječ je o oko četrdeset znanstvenih grana⁹, svakoj od njih se izračunala srednja vrijednost faktora utjecaja, koja se zatim preračunala na srednju vrijednost časopisa obuhvaćenih SSCI-om, a zatim su se izračunali koeficijenti znanstvene grane. Podaci za faktore utjecaja časopisa koje obuhvaća A&HCI nisu dostupni, pa se zbog toga za sve članke objavljene u tim časopisima pretpostavilo da su objavljeni u časopisima s faktorom utjecaja od 1,485.

5. Izračunavanje scientometrijskih pokazatelja

Na temelju statističkih podataka koje daje Unesco¹⁰ i podataka koje daju tri ranije navedena indeksa, može se izračunati da za razdoblje 1980. - 1990. god. prosječni broj objavljenih radova po znanstveniku iznosi 0,180 radova godišnje uz pretpostavku da je parcijalno autorstvo svakog znanstvenika 1,00, odnosno da su svi objavljeni radovi jednoautorski. Budući da znamo da se radovi većinom objavljuju u koautorstvu, treba uzeti u obzir i podatke iz SCI Guide⁸, iz kojih se može izračunati da je u razdoblju 1982.-1992. god. prosječni rad objavilo u koautorstvu 3,02 istraživača. Dakle prosječna svjetska produktivnost je 0,543 (0,180x3,02) znanstvena djela po istraživaču godišnje. Prema tome, svaki naš znanstvenik koji je htio biti na svjetskom prosjeku trebao je u promatranom razdoblju 1980. -1995. god. objaviti 8,69 (0,543x16) znanstvena rada, odnosno imati parcijalno autorstvo 2,88 (0,180x16). Važno je napomenuti da je **svjetski prosjek praktički jednak prosjeku Sjedinjenih Američkih Država** (koje publiciraju oko 50% svjetske znanosti), a ne prosjeku zemalja Trećeg svijeta.

Jedan ili oba uvjeta zadovoljilo je 792 istraživača iz Republike Hrvatske ili 8,8% od ukupnog broja istraživača. Svakom od njih ustanovila se znanstvena grana kojom se bavi, na temelju časopisa u kojima je objavljivao svoja znanstvena djela. Većina znanstvenika je publicirala u nekoliko znanstvenih grana, pa se u tim slučajevima izabirala grana u kojoj su objavili najveći broj članaka. Ukoliko je autor najviše objavljivao u granama koji su obuhvaćale opće časopise, poput opće kemije ili opće fizike, autor se svrstao u prvu sljedeću specijaliziranu granu, npr. fizičku kemiju ili nuklearnu fiziku. Za svaku znanstvenu granu u kojoj su objavljivala svoje radove barem tri istraživača od 792 izabranih, izračunala se srednja produktivnost

i prosječno parcijalno autorstvo (tablica 2). Granama u kojima je objavio jedan ili dva istraživača, izračunala se zajednička srednja produktivnost šireg znanstvenog područja, poput kemijskih ili humanističkih znanosti, kao i prosječno parcijalno autorstvo. Osim toga, istraživači su, gdje je to bilo moguće, razvrstani u eksperimentalne i teorijske istraživače i svakoj od tih dviju grupa izračunata su oba parametra. Kada su u određenoj grani djelovala manje od tri teorijska istraživača (anorganska kemija, analitička kemija, atomska, molekularna i kemijska fizika, te okoliš) koristili su scientometrijski parametri teorijske fizičke kemije.

Na opisani se način dobivaju dva ključna scientometrijska parametra - srednja produktivnost i prosječno parcijalno autorstvo - koji definiraju produktivnost u pojedinoj znanstvenoj grani. Kao treći parametar uzeo se prosječni normirani faktor utjecaja časopisa, koji je shvaćen kao indikator kvalitete znanstvenog djela. Ovi su podaci dati u tablici 3, koja je sastavljena prema parcijalnom autorstvu za 100 (1,1% ukupnog broja hrvatskih znanstvenika) najproduktivnijih istraživača iz Republike Hrvatske.

Za svakog od odabranih 792 istraživača ustanovila su se oba indikatora produktivnosti, dakle omjer broja objavljenih radova i prosječnog broja radova znanstvene grane u kojoj istraživač radi, te omjer njegovog i prosječnog parcijalnog autorstva. Obim indikatora je data ista težina (značaj), a njihov zbroj množio se s prosječnim normiranim faktorom utjecaja časopisa a dobiveni umnožak ukazuje na znanstveni doprinos pojedinca, vodeći računa o znanstvenoj grani, produktivnosti, samostalnosti i kvaliteti upotrebljenih časopisa. U tablici 4 taj se umnožak zove "bodovi", i ona je sastavljena po padajućem broju bodova. Tablica je ograničena na 100 istraživača, odnosno na prvih oko 1% najuspješnijih hrvatskih znanstvenika.

Tablica 5 prikazuje raspodjelu objavljenih znanstvenih djela po adresama institucija, u kojoj su dani podaci o ukupnom broju objavljenih znanstvenih djela, o ukupnom parcijalnom autorstvu svake institucije, kao i postotni udjeli svake od njih. Parcijalno autorstvo institucija računalo se na jednak način kao i parcijalno autorstvo pojedinca, t.j. rad koji se objavio uz tri adrese daje svakoj od njih parcijalno autorstvo od 0,333, pri čemu se nije uzimao u obzir broj autora iz svake od njih. Izraz "parcijalno autorstvo institucije" vjerojatno nije najsretnije rješenje, ali je bolji od "parcijalne adrese".

Tablica 3. Pokazatelji znanstvene produktivnosti i kvalitete korištenih časopisa najproduktivnijih istraživača

Autor	Adresa	Struka	ParcAut	Radova	Kvalčas
1 Trinajstić-N	IRB	fiz k (T)	58,581	174	1,304
2 Branica-M	IRB	anal k	37,493	100	1,510
3 Bosanac-SD	IRB	atmol f (T)	34,833	48	1,448
4 Lovrić-M	IRB	anal k (T)	33,650	61	1,422
5 Paar-V	PMF	nukl f (T)	32,949	117	1,745
6 Maksić-ZB	IRB	fiz k (T)	31,375	87	1,359
7 Eckert-Maksić-M	IRB	fiz k	23,951	69	1,427
8 Babić-E	PMF	f čvr	23,463	84	1,596
9 Pavelić-K	IRB	onkol	23,090	81	1,383
10 Musić-S	IRB	mater	22,400	60	0,946
11 Kurjak-A	OB-SDuh	ginek	22,073	65	1,428
12 Živković-TP	IRB	fiz k (T)	21,950	26	1,217
13 Peričić-D	IRB	farmak	20,354	48	1,294
14 Valković-V	IRB	nukl t	20,275	76	1,872
15 Kurelec-B	IRB	biok	20,121	69	1,755
16 Sablić-A	IRB	okoliš (T)	19,883	43	1,816
17 Kojić-Prodić-B	IRB	krist	19,834	77	1,668
18 Rukavina-D	Med-F-Ri	biol	19,695	65	0,536
19 Klasinc-L	IRB	fiz k	19,444	74	1,712
20 Kamenar-B	PMF	krist	19,292	65	0,972
21 Popović-S	IRB	mater	18,966	59	1,178
22 Marušić-M	Med-F	onkol	18,852	60	1,703
23 Tadić-D	PMF	f čest (T)	18,583	46	2,277
24 Metikoš-Huković-M	FKIT	elektr k	16,567	38	1,322
25 Barišić-S	PMF	f čvr (T)	16,333	33	1,659
26 Čosović-B	IRB	anal k	16,210	45	1,801
27 Gumhalter-B	IFS	fiz k (T)	15,950	34	2,800
28 Planinić-J	Ped-F-OS	anal k	15,643	22	1,146
29 Gruden-N	IMI	nutric	15,500	21	0,645
30 Škarić-V***	IRB	org k	15,122	42	1,310
31 Osmak-M	IRB	onkol	14,854	46	0,918
32 Dulčić-A	IRB	prim f	14,791	34	1,718
33 Juršić-B	PMF	org k	14,783	25	1,342
34 Kostial-K***	IMI	toks	14,756	52	1,241
35 Komorsky-Lovrić-Š	IRB	anal k	14,667	31	1,460
36 Pečarić-JE	Tekst	matem	14,500	25	1,343
37 Vuković-M	IRB	anal k	14,492	22	1,349
38 Rakvin-B	IRB	atmol f	14,474	40	1,915
39 Boranić-M	IRB	eksp m	14,473	49	0,791
40 Kallay-N	PMF	fiz k	14,183	41	1,375
41 Stavljenić-A	Med-F	eksp m	14,160	56	1,316
42 Cindro-N	IRB	nukl f	14,098	56	1,449
43 Šunjić-M	PMF	f čvr (T)	13,483	28	2,138
44 Sunko-DE***	PMF	org k	13,426	38	2,244
45 Zlatić-V	IFS	f čvr (T)	13,250	32	1,892
46 Brant-S	PMF	nukl f (T)	13,032	65	1,725
47 Herak-JN	FBF	biok	13,000	34	1,237
48 Forro-L*	IFS	f čvr	12,877	47	2,305
49 Desnica-UV	IRB	prim f	12,842	35	1,586
50 Sikirica-M	PMF	krist	12,767	33	1,258
51 Gavella-M	VVrhov	androl	12,667	34	1,463
52 Babić-D	IRB	fiz k (T)	12,652	35	1,297
53 Bilinski-H	IRB	anorg k	12,626	39	1,672
54 Šunjić-V	IRB	org k	12,621	47	1,441
55 Pavičić-M	Grad-F	f čest	12,500	13	0,876
56 Cooper-JR****	IFS	f čvr	12,352	44	2,096
57 Poje-M	PMF	org k	12,300	33	1,989
58 Raos-N	IMI	anorgk (T)	12,150	29	0,905
59 Picek-I	PMF	nukl f (T)	11,917	25	2,392
60 Pichler-G	IFS	atmol f	11,901	44	1,698
61 Radić-N	Tehn-F-ST	anal k	11,833	24	1,263
62 Blažina-Ž	IRB	metal	11,667	24	1,900
63 Plavšić-F	Med-F	farmak	11,593	29	0,664
64 Žuškin-E	Med-F	jav zdr	11,586	47	1,601
65 Subotić-B	IRB	fiz k	11,536	31	1,222
66 Graovac-A	IRB	fiz k (T)	11,460	32	1,108
67 Nikolić-S	IRB	fiz k (T)	11,433	39	1,076
68 Pivac-B	IRB	prim f	11,417	33	1,524
69 Ljubičić-A	IRB	nukl t	11,348	43	2,419
70 Kolarić-K	SIT	onkol	11,275	38	0,695

Tablica 3. nastavak

	Autor	Adresa	Struka	ParcAut	Radova	Kvalčas
71	Grdinić-V	FBF	farmak	11,117	24	0,820
72	Bjeliš-A	PMF	f čvr (T)	11,083	24	1,743
73	Legović-T	IRB	ocean	11,083	24	1,480
74	Tušek-Božić-L	IRB	anorg k	11,027	23	1,261
75	Furić-K	IRB	fiz k	11,017	31	1,541
76	Ruzić-I	IRB	anal k (T)	10,817	16	1,844
77	Pravdić-V	IRB	elektr k	10,750	20	3,697
78	Žutić-V	IRB	ocean	10,693	35	2,086
79	Rengel-Z*	Polj-F	botan	10,583	17	1,409
80	Vicković-I	PMF	krist	10,517	31	1,209
81	Maysinger-D*	FBF	farmak	10,510	33	0,620
82	Majerski-Z**	IRB	org k	10,500	27	3,141
83	Meljanac-S	IRB	f čest (T)	10,500	28	1,995
84	Furedi-Milhofer-H	IRB	krist	10,492	29	1,566
85	Nothig-Laslo-V	IRB	biok	10,417	26	1,346
86	Silobrić-V	Imun-Z	biol	10,367	22	1,211
87	Ružić-Toroš-Ž***	IRB	krist	10,358	37	1,968
88	Klepac-R	Med-F	endok	10,250	11	1,014
89	Picer-M	IRB	okoliš	10,250	23	2,051
90	Reiner-E	IMI	biok	10,110	28	1,008
91	Tadić-M	PMF	matem	10,000	10	2,247
92	Šlaus-I	IRB	nukl f	10,000	44	1,748
93	Vuković-R	INA	polim	9,967	38	1,544
94	Rudan-P	IMI	antrop	9,845	35	1,073
95	Lenac-Z	Ped-F-R	f čvr (T)	9,750	21	2,633
96	Klaić-B	IRB	org k	9,669	24	1,750
97	Poljak-Blaži-M	IRB	biol	9,544	30	0,854
98	Lucu-Č	IRB	mor biol	9,383	21	1,356
99	Manev-H*	IRB	farmak	9,371	26	1,455
100	Tomašić-J	Imun-Z	org k	9,361	35	1,296

Tablica 4. Popis 1,1% najuspješnijih hrvatskih znanstvenika u razdoblju od 1980-1995. g. prema korištenim scientometrijskim pokazateljima

	Autor	Adresa	Struka	Bodova
1	Branica-M	IRB	anal k	17,478
2	Kurelec-B	IRB	biok	13,883
3	Paar-V	PMF	nukl f (T)	13,780
4	Tadić-D	PMF	f čest (T)	13,010
5	Pavelić-K	IRB	onkol	12,484
6	Babić-E	PMF	f čvr	12,259
7	Valković-V	IRB	nukl t	12,110
8	Marušić-M	Med-F	onkol	12,010
9	Trinajstić-N	IRB	fiz k (T)	11,596
10	Klasinc-L	IRB	fiz k	10,932
11	Eterović-D	Med-F-S	Tradiol	10,814
12	Kostović-I	Med-F	neurozn	10,723
13	Pravdić-V	IRB	elektr k	10,436
14	Majerski-Z**	IRB	org k	10,291
15	Perić-D	IRB	farmak	10,121
16	Sunko-DE***	PMF	org k	9,833
17	Forro-L*	IFS	f čvr	9,812
18	Eckert-Maksić-M	IRB	fiz k	9,710
19	Kojić-Prodić-B	IRB	krist	9,561
20	Kurjak-A	OB-SDuh	ginek	9,437
21	Pavlović-D	OB-SDuh	urol	9,352
22	Čosović-B	IRB	anal k	9,200
23	Ljubičić-A	IRB	nukl t	8,805
24	Picer-M	IRB	okoliš	8,712
25	Billinski-H	IRB	anorg k	8,678
26	Cooper-JR****	IFS	f čvr	8,452
27	Žutić-V	IRB	ocean	8,363
28	Rakvin-B	IRB	atmol f	8,262
29	Paić-G	IRB	nukl f	7,852
30	Poje-M	PMF	org k	7,786

Osim toga, tablica 5 daje podatke po institucijama u kojima radi tih 792 najuspješnijih znanstvenika ili su radili veći dio promatranog razdoblja. Dakle, ako je neka osoba radila prvih 10 god. u instituciji A, a ostalo promatrano vrijeme u instituciji B, kao njena adresa se uzimala institucija A. Uz to se izračunao postotni udio istraživača sa svjetskom produktivnošću u ukupnom broju zaposlenih, kao i prosječna produktivnost izražena kao parcijalno autorstvo po istraživač-godini.

REZULTATI I DISKUSIJA

Ova analiza polazi od osnovne ideje da su prosječna produktivnost i faktor utjecaja pojedine znanstvene grane unutrašnja karakteristika svake struke. Kada ne bi bilo tako, morali bismo zaključiti da se prosječna inteligencija, marljivost i ambicioznost istraživača različitih struka razlikuju, što je, naravno, potpuno neprihvatljivo. U malim znanstvenim sredinama kao što je hrvatska, razlika općih sposobnosti bi bila eventualno moguća u izrazito malim znanstvenim granama u kojima radi svega nekoliko istraživača, dok su u većim znanstvenim granama te razlike zanemarive. Želio bih naglasiti da naša sredina uopće ne osjeća te različitosti. Podimo npr. od kemije. U Mostu¹² su navedena tri ključna broja: 9, 18 i 30, koja predstavljaju minimalni broj radova potrebnih za izbor u znanstvena zvanja znanstvenog suradnika, višeg znanstvenog suradnika i znanstvenog savjetnika. Samo letimičan pogled na tablicu 2 (stupac: radova) nam pokazuje da se prosječna produktivnost kemijskih grana razlikuje za više od faktora 2. To znači da su istraživači nekih struka u povoljnijem položaju u procesu izbora u znanstvena zvanja, jer rade u područjima u kojima se u istom vremenskom razdoblju može objaviti više znanstvenih djela, a što nije nužno posljedica njihovih većih sposobnosti.

S druge strane, često se događa da se upotreba faktora utjecaja i broja citata nepravilno koristi te se može čuti: "On je izvanredan znanstvenik jer je publicirao tri rada u časopisima s faktorom utjecaja preko tri, a osim toga ukupno je citiran preko dvije stotine puta". Autori ovakvih izjava, uz tu logiku, jednostavno ne znaju da niti jedan matematičar ne bi mogao biti izvanredan znanstvenik jer u njihovoj znanstvenoj grani časopisi s faktorom utjecaja preko tri jednostavno ne postoje. S druge strane, npr. u znanstvenoj grani biokemija i molekularna biologija ima preko četrdeset časopisa

Tablica 4. nastavak

Autor	Adresa	Struka	Bodova
31 Sabljčić-A	IRB	okoliš (T)	7,704
32 Knežević-M	KB SMil	opint m	7,542
33 Žuškin-E	Med-F	jav zdr	7,488
34 Mlinarić-Majerski-K	IRB	org k	7,453
35 Picer-N	IRB	okoliš	7,446
36 Čindro-N	IRB	nukl f	7,300
37 Škrabalo-Z	Med-F	endok	7,186
38 Ahel-M	IRB	okoliš	7,148
39 Labar-B	Med-F	onkol	7,143
40 Šunjić-M	PMF	f čvr (T)	7,032
41 Pichler-G	IFS	atmol f	6,995
42 Gavella-M	VVrhov	androl	6,967
43 Vuković-R	INA	polim	6,920
44 Šunjić-V	IRB	org k	6,839
45 Meljanac-S	IRB	f čest (T)	6,693
46 Kostial-K***	IMI	toks	6,656
47 Zlatić-V	IFS	f čvr (T)	6,607
48 Vančik-H	PMF	org k	6,580
49 Brničević-N	IRB	anorg k	6,564
50 Šlaus-I	IRB	nukl f	6,562
51 Barišić-S	PMF	f čvr (T)	6,522
52 Brant-S	PMF	nukl f (T)	6,506
53 Jakšić-M	IRB	nukl t	6,461
54 Lovrić-M	IRB	anal k (T)	6,439
55 Škarić-V***	IRB	org k	6,406
56 Colombo-L***	IRB	spektr	6,383
57 Metikoš-Huković-M	FKIT	elektr k	6,383
58 Lenac-Z	Ped-F-Ri	f čvr (T)	6,379
59 Maksić-ZB	IRB	fiz k (T)	6,246
60 Pečarić-JE	Tekst	matem	6,215
61 Švajger-A	Med-F	anatom	6,094
62 Popović-S	IRB	mater	6,075
63 Oluić-Vuković-V	Inform-I	inform	6,066
64 Vukičević-S	Med-F	biok	6,012
65 Marušić-A	Med-F	opint m	5,973
66 Rumboldt-Z	Med-F	farmak	5,946
67 Komorsky-Lovrić-Š	IRB	anal k	5,912
68 Prester-M	IFS	f čvr	5,895
69 Bosanac-SD	IRB	atmol f (T)	5,886
70 Marohnić-Z	IFS	f čvr	5,865
71 Rudan-P	IMI	antrop	5,860
72 Gumhalter-B	IFS	fiz k (T)	5,774
73 Knešaurek-K	KB-SMil	radiol	5,756
74 Ikić-D***	HAZU	farmak	5,728
75 Miljanić-Đ	IRB	nukl f	5,638
76 Ružić-Toroš-Ž***	IRB	krist	5,636
77 Manev-H*	IRB	farmak	5,627
78 Veksli-Z	IRB	polim	5,604
79 Herak-JN	FBF	biok	5,572
80 Katušin-Ražem-B	IRB	hrana	5,556
81 Kallay-N	PMF	fiz k	5,550
82 Trampetić-J	IRB	nukl f (T)	5,517
83 Djurek-D	Volta	instrum	5,494
84 Dumić-M	Med-F	endok	5,480
85 Banfić-H	Med-F	biok	5,464
86 Tadić-M	PMF	matem	5,460
87 Duičić-A	IRB	prim f	5,456
88 Lucu-Č	IRB	mor biol	5,407
89 Picek-I	PMF	nukl f (T)	5,399
90 Musić-S	IRB	mater	5,351
91 Kršinić-F	Biol-I-DU	mor biol	5,322
92 Hamzić-A	PMF	f čvr	5,312
93 Blažina-Ž	IRB	metal	5,272
94 Stavljenić-A	Med-F	eksp m	5,254
95 Juršić-B	PMF	org k	5,218
96 Vuk-Pavlović-S*	Imun-Z	onkol	5,215
97 Bronić-IK	IRB	geozn	5,198
98 Klaić-B	IRB	org k	5,197
99 Blanuša-M	IMI	okoliš	5,044
100 Osmak-M	IRB	onkol	5,038

Kratice i objašnjenja tablice 3 i 4

Autor* = veći dio razdoblja 1980-1995. god. trajno boravio u inozemstvu

Autor** = preminuo u tijekom razdoblja 1980.-1995. god.

Autor*** = autor je umirovljen tijekom razdoblja 1980.-1995. god.

Autor**** = strani državljanin zaposlen u hrvatskoj instituciji

Adresa = Kratica znanstvene institucije u kojoj je autor radio cijelo ili veći dio razdoblja 1980.-1995. god.

Struka = Kratica znanstvene grane čije je časopise autor najčešće koristio

Bodova = Umnožak prosječnog normiranog faktora utjecaja korištenih časopisa i zbroja relativne produktivnosti po broju radova i parcijalnog autorstva

ParcAut = parcijalno autorstvo istraživača

Radova = broj objavljenih radova

Kvalčas = normirani faktor utjecaja časopisa

(T) = teoretičar

Biol-I-DU = Biološki institut, Dubrovnik

Chrom = Chromos, Zagreb

DječB = Klinika za dječje bolesti, Zagrebu

EkonF = Ekonomski fakultet, Zagreb

FBF = Farmaceutsko-biokemijski fakultet

FilozF = Filozofski fakultet, Zagreb

FKIT = F. kemijskog inženjerstva i tehnologije

Geod-f = Geodetski fakultet

Grad-F = Građevinski fakultet, Zagreb

Grad-F-ST = Građevinski fakultet, Split

HAZU = Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti

IFS = Institut za fiziku sveučilišta

IMI = Institut za medicinska istraživanja

Inform-I = Institut informacijskih znanosti

IRB = Institut "Ruder Bošković"

Imun-Z = Imunološki zavod

KB-Petr = Klinika za ginekologiju i porodiljstvo

KB-Rebro = Klinika Rebro

KB-SMil = Klinika "Sestre milosrdnice"

KB-Šalata = Klinika Šalata

KB-Vrapče = Neuropsihijatrijska bolnica

MC-SB = Medicinski centar Slavonski Brod

Med-F = Medicinski fakultet, Zagreb

Med-F-Ri = Medicinski fakultet, Rijeka

Med-F-ST = Medicinski fakultet, Split

OB-SDuh = Opća bolnica "Sveti duh"

Ocean-ST = Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split

PBTF = Prehrambeno-biotehnološki fakultet

PMF = Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb

Ped-F-OS = Pedagoški fakultet, Osijek

Ped-F-Ri = Pedagoški fakultet, Rijeka

Polj-F = Agronomski fakultet, Zagreb

SIT = Klinika za tumore

Tehn-F-ST = Tehnološki fakultet, Split

Tekst = Tekstilno-tehnološki fakultet, Zagreb

Vrhov = Zavod za diabetes "V. Vrhovac"

ZZZ-ZG = Zavod za javno zdravstvo grada Zagreba

akust = akustika

anal k = analitička kemija

anatom = anatomija i morfologija

androl = andrologija

anorg k = anorganska i nuklearna kemija

astron = astronomija i astrofizika

atmol f = atomska, molekularna i kemijska fizika

biof = biofizika

biok = biokemija i molekularna biologija

biol = opća biologija

botan = botanika

eksp m = eksperimentalna medicina

elektr k = elektrokemija

endok = endokrinologija i metabolizam

energ = energija i goriva

f čest = fizika čestica i polja

f čvr = fizika čvrstog stanja

farmak = farmakologija i farmacija

fiz k = fizička kemija

gastro = gastroenterologija

genet = genetika i nasljedivaje

geozn = geo-znanosti

ginek = ginekologija i porodiljstvo

hrana = znanost i tehnologija hrane

imunol = imunologija

inform = informacijske znanosti

instrum = instrumenti i instrumentacija

jav zdr = javno zdravlje

kard = kardiologija

kem inž = kemijsko inženjerstvo

keram = znanost o materijalima, keramika

knjiž = znanost o književnosti

krist = kristalografija

matem = opća matematika

mater = znanost o materijalima

metal = znanost o metalima i metalurgija

mikrob = mikrobiologija

mor biol = biologija morske i svježe vode
neurozn = neuro-znanosti
nukl f = nuklearna fizika
nukl t = nuklearna znanosti i tehnologija
nutric = nutricionizam i dijetetika
ocean = oceanografija
okoliš = znanost o okolišu
onkol = onkologija
opint m = opća i interna medicina
org k = organska kemija
ORL = otorinolaringologija
pedij = pedijatrija
polim = znanost o polimerima

polit = politologija
prim f = primijenjena fizika
prim m = primijenjena matematika
psihij = psihijatrija
radiol = radiologija i nuklearna medicina
reuma = reumatologija
spektr = spektroskopija
toks = toksikologija
urol = urologija
veter = veterinarske znanosti
virol = virologija
voda = izvori vode

Tablica 5. Znanstvena produktivnost institucija (prema adresama na radu) iz Hrvatske u razdoblju 1980-1995.g.

Institucija	Radova	ParcAut	%	Istraž	Zaposl	%zap	Prod
Institut "Ruđer Bošković"	3397	2178,2	30,4	272	492	55,3	0,277
Prirodoslovno-matematički fakultet	1259	746,1	10,4	82	353	23,2	0,132
Medicinski fakultet, Zagreb	689	407,8	5,7	77	511	15,1	0,050
Institut za medicinska istraživanja	423	312,3	4,4	43	107	40,2	0,184
Institut za fiziku sveučilišta	529	310,8	4,3	36	45	80,0	0,432
Farmaceutsko-biokemijski fakultet	374	269,2	3,8	43	72	59,7	0,234
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije	346	231,2	2,6	29	113	25,7	0,128
Klinička bolnica Rebro	312	201,2	3,2	19	93	20,4	0,135
Klinička bolnica Šalata	249	182,2	2,5	4	75	5,3	0,151
Klinička bolnica "Sestre milosrdnice"	212	137,5	1,9	8	62	12,9	0,139
Medicinski fakultet, Rijeka	162	130,5	1,8	14	263	5,3	0,031
Pliva d.d.	185	119,6	1,7	15	189	7,9	0,040
Opća bolnica "Sveti Duh"	150	98,8	1,4	9	107	8,4	0,058
Prehrambeno-biotehnoški fakultet	153	98,5	1,4	12	124	9,7	0,050
Filozofski fakultet	100	94,0	1,3	8	379	2,1	0,016
Klinika za tumore	142	90,8	1,3	10	90	11,1	0,063
INA-Industrija nafte, Zagreb	129	85,5	1,2	9	79	11,4	0,068
Imunološki zavod	133	76,0	1,1	13	49	26,5	0,097
Medicinski fakultet, Split	99	63,8	0,9	5	49	10,2	0,081
Veterinarski fakultet	111	56,8	0,8	5	130	3,8	0,027
Tehnološki fakultet, Split	65	56,5	0,8	3	45	6,7	0,078
Klinička bolnica "Merkur"	95	52,3	0,7	2	39	5,1	0,084
Klinika za dijabetes i endokrinologiju	77	48,6	0,7	5	42	1,9	0,072
Geodetski fakultet	72	44,2	0,6	5	40	12,5	0,069
Fakultet elektrotehnike i računarstva	73	41,9	0,6	2	180	1,1	0,015
Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split	44	38,5	0,5	5	55	9,1	0,043
HAZU	52	37,7	0,5	3	91	3,3	0,026
Sveučilište u Zagrebu (bez adrese)	49	37,6	0,5	n.d.			
Stomatološki fakultet	58	37,4	0,5	1	160	0,6	0,015
Institut "Končar"	49	35,5	0,5	3	60	5,0	0,037
Fakultet strojarstva i brodogradnje	35	27,0	0,4	1	232	0,4	0,007
Zavod za javno zdravstvo grada Zagreba	55	24,4	0,3	2	16	12,5	0,095
Klinika za zarazne bolesti "F. Mihaljević"	37	23,7	0,3		23	0,0	0,064
Pedagoški fakultet, Rijeka	41	23,6	0,3	2	91	2,2	0,016
Pedagoški fakultet, Osijek	33	22,2	0,3	1	90	1,1	0,015
Agronomski fakultet	37	20,4	0,3	1	184	0,5	0,007
Zavod za kontrolu lijekova	39	18,4	0,3	1	n.p.		
Klinička bolnica Dubrava	35	18,4	0,3		22	0,0	0,052
Tekstilno-tehnološki fakultet	32	17,2	0,2	3	83	3,6	0,013
UKUPNO	10159	6536,4	91,2	753	4833	15,6	0,085
Ostale hrvatske institucije	989	631,1	8,8	39	4154	0,9	0,009
SVEUKUPNO HRVATSKA	11148	7167,6	100,0	792	8987	8,8	0,050

Radova = broj objavljenih radova na kojima se nalazi adresa navedene institucije
ParcAut = parcijalno autorstvo institucije prema adresi
% = postotni doprinos institucije u ukupnom parcijalnom autorstvu
Istraž = broj istraživača s produktivnošću na svjetskom prosjeku ili iznad njega
Zaposl = broj zaposlenih prema referenci 2
% zap = postotni udio istraživača sa svjetskom produktivnošću u ukupnom broju zaposlenih
n.d. = nije dostupno
n.p. = nije poznato
Prod = produktivnost izražena kao parcijalno autorstvo po istraživač-godini

s faktorom utjecaja preko 3, što je jedna četvrtina od časopisa te grane koju obuhvaća SCI.

Nadalje, osoba koja ima dvadeset i četiri jedno-autorska rada, po sadašnjem sustavu, ne može niti razmišljati o izboru u znanstveno zvanje znanstvenog savjetnika, dok će osoba koja je objavila trideset i četiri šest-autorskih znanstvenih djela, biti izabrana praktički bez rasprave. Vjerojatno je da se u takvom slučaju prvoj osobi čini prilična nepravda, jer s oko četiri puta većim znanstvenim doprinosom od druge osobe ostaje u nižem znanstvenom zvanju.

Uspoređivanje udaljenijih područja, npr. kemijskih i biomedicinskih znanosti (tablica 2), pokazuje nam da je produktivnost prosječnog biomedicinara samo za dvadesetak posto manja od produktivnosti kemičara, no uvjeti za izbor biomedicinara u znanstveno zvanje su četiri puta blaži (2, 4 i 8 radova).¹² Iz biomedicinskih krugova često se može čuti da je razlog za tako blage kriterije činjenica da je kliničarima potrebno mnogo više vremena za objavljivanje znanstvenog djela. Zbog toga su u tablici 2 istraživači koji se bave temeljnim biomedicinskim znanostima, odijeljeni od kliničara. Može se uočiti da je produktivnost znanstvenika u kliničkim medicinskim znanostima zaista manja od kemičara, međutim, ta razlika ipak nije toliko velika koliko predviđaju uvjeti navedeni u "Mostu".¹² Te činjenice nameću pitanje je li potpuno korektno koristiti "kliničarske uvjete" i za osobe koje se bave temeljnim medicinskim znanostima?

Usporedba produktivnosti matematičkih znanosti s kemijskim ukazuje da, ako je uvjet za izbor organskog kemičara u zvanje znanstvenog savjetnika od 30 radova realan, potpuno opravdano je očekivati od kandidata u matematici da je objavio 15 znanstvenih djela, koliko se i predviđa u "Mostu".¹²

U tom svjetlu posebno do izražaja dolaze tehničke znanosti ili inženjerstvo. Od svih klasičnih tehničkih znanstvenih grana jedino u kemijskom inženjerstvu publicira više od tri znanstvenika koji imaju produktivnost oko otprilike 40% produktivnosti kemičara. U ostalim strukama, poput električnog inženjerstva, strojarstva, građevinarstva i tome sl. nije bilo dovoljno produktivnih znanstvenika da bi se mogli izračunati prosječni indikatori produktivnosti uz kriterije korištene u ovom članku. Bez obzira na te činjenice, može se postaviti pitanje koliko su realni kriteriji izbora u znanstvena

zvanja u tehničkim znanostima, jer su više od sedam puta blaži od onih koji se primjenjuju za kemičare, 12 iako bi trebali biti samo 2-3 puta blaži?!

U procjeni objavljenog znanstvenog doprinosa pojedinog autora važno je voditi brigu i o prosječnom ukupnom parcijalnom autorstvu. Znanstvene grane koje se ističu velikim brojem koautora na znanstvenim djelima su nuklearna fizika, fizika čestica i polja, nuklearne znanosti i tehnologija, te endokrinologija i metabolizam (tablica 1). Iz toga proizlazi da ne bi bilo oportuno potpuno zanemariti prosječni broj autora na znanstvenim djelima kandidata za izbor u znanstveno zvanje i da nije dovoljno gledati samo na ukupni broj objavljenih znanstvenih djela, jer se na taj način preferiraju kandidati iz znanstvenih grana u kojima se postiže visoka produktivnost zahvaljujući velikom broju koautora.

Vodeći brigu o svemu do sada navedenom, priređena je tablica 4 u kojoj se uspoređuju znanstvenici koji rade u različitim znanstvenim granama. Kad bismo gledali jedino standardne indikatore produktivnosti (tablica 3), slika koju bismo dobili bila bi pogrešna, jer bi se među najuspješnije ocijenjene znanstvenike svrstali jedino oni koji rade u vremenski manje zahtjevnim znanstvenim granama, dok bi jednako uspješni znanstvenici koji su odabrali vremenski zahtjevnija istraživanja izgledali manje uspješni. Može se očekivati da će osoba koja publicira u časopisima s boljim faktorom utjecaja i dostupnijim časopisima imati veći broj citata. Ukoliko taj broj citata ne usporedimo s očekivanim brojem citata za taj časopis, dobit ćemo pogrešnu sliku o utjecaju određenog znanstvenog djela.

Ova analiza, nažalost, ne sadrži (zbog potrebnog znatnog vremenskog angažmana), pa i ne razmatra pravi broj citata svakog rada, već pretpostavlja da će znanstvena djela objavljena u časopisima s većim faktorima utjecaja uglavnom imati i veći broj citata, iako u stvarnosti pojedini radovi mogu biti više citirani bez obzira što su objavljeni u časopisima s nižim faktorom utjecaja. Prema tome, scientometrijski parametri usprkos relativne vrijednosti mogu vrlo korisno poslužiti kao orijentacija pri procjeni znanstvenog doprinosa pojedinca ili grupe istraživača, ali kod toga je neophodno potrebno koristiti usporedbe s prosječnim parametrima pojedine struke ili grane definirane prema SCI-u.⁴

Prilikom razmatranja tablice 4 treba istaknuti da su svi navedeni znanstvenici (1% od ukupno registriranih znanstvenika Republike Hrvatske) znatno

bolji od svjetskog prosjeka, pa su prema tome izvanredni i mogu se smatrati hrvatskom znanstvenom "kremom". Prilikom njihove međusobne usporedbe važnije je razmatrati omjer njihovih bodova, nego njihovo mjesto. Tako npr. između 58. i 158. rangiranog istraživača, iako je udaljenost stotinu mjesta, njihova je razlika u bodovima samo šezdesetak posto. Drugo, rad u dobro organiziranim znanstvenim skupinama omogućuje pojedincu veću produktivnost nego kada radi sam ili radi u slabo organiziranoj znanstvenoj sredini. Zbog toga se neki znanstvenici koji po "općem mišljenju" ne spadaju u osobito sposobne nalaze u tablici 4, dok nema nekih po tom istom "općem mišljenju" nedvojbeno sposobnih. Međutim, prvima se mora priznati da su sudjelovali i podvrgli se disciplini dobre organizacije znanstvenog rada, dok kod drugih toga nema. Treće, neki znanstvenici svoj visoki položaj u tablici 4 mogu zahvaliti činjenici da su objavili djela koja ne moraju biti u strogom smislu znanstvena (kao npr. pisma uredniku općeg karaktera) u izvanredno kvalitetnom znanstvenom časopisu, a koja su u SCI-u registrirana kao znanstvena djela.

Gledajući tablicu 4, a i ukupne podatke za publicističku djelatnost znanstvenika iz Republike Hrvatske, uočavamo da pojedine znanstvene grane i pojedine znanstvene institucije imaju i veću produktivnost po istraživač-godini (tablica 5), iz čega proizlazi da su središta znanstvene izvrsnosti vezana uz neke pojedince i neke institucije. S obzirom da je Nacionalni znanstvenoistraživački program¹³ usvojen u Saboru Republike Hrvatske i da su naši znanstvenici sklopili ugovore za nove znanstvene projekte, programe i teme za razdoblje 1996 - 1998. bit će vrlo zanimljivo i korisno razmotriti čiji su programi i projekti od tih prvih 1% najuspješnijih znanstvenika prihvaćeni i koliko je u tome ulogu igrala realizacija dosadašnjih projekata kao što to predviđa zakon o znanstveno-istraživačkoj djelatnosti (čl. 13).¹⁴

Kada zanemarimo doprinose istraživača izvan Republike Hrvatske, čiji je udio oko petine svih radova (parcijalno autorstvo stranih institucija iznosi 1657,4 radova od ukupno 8825), bjelodano je da postoji nekoliko centara izvrsnosti u Hrvatskoj:

Institut za fiziku Sveučilišta (IFS), Institut "Ruđer Bošković" (IRB), Farmaceutsko-biokemijski fakultet (FBF) i Institut za medicinska istraži-

vanja i medicinu rada (IMI) čija prosječna znanstvena produktivnost prelazi svjetski prosjek. Znatnu znanstvenu uspješnost imaju i Prirodoslovno-matematički fakultet (PMF) i Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije (FKIT) Sveučilišta u Zagrebu, te istraživački odjeli Kliničkih bolnica Rebroy, Šalata i "Sestre milosrdnice".

Kako ova dva fakulteta imaju značajnu nastavnu djelatnost, onda im raste produktivnost znanstvenika po jedinici utrošenog vremena. Slično je i s Kliničkim bolnicama, koji imaju velike kliničke obaveze. Gledamo li centre izvrsnosti s druge strane, uočiti ćemo da osam hrvatskih znanstvenih institucija ima više od 20% zaposlenih znanstvenika s produktivnošću na svjetskom prosjeku ili iznad njega. U tome prednjače IFS s 80%, FBF sa 60% i IRB s 55%.

Osim toga tablica 5 prikazuje na nekoliko načina znanstveni doprinos pojedinih institucija.

IRB sa 492 zaposlena istraživača (5,5% od ukupnog broja znanstvenika u Hrvatskoj) je najproduktivnija institucija u Hrvatskoj. Na 8825 obuhvaćenih znanstvenih djela adresa IRB-a se pojavljuje 3397 puta ili na 38,5% svih objavljenih radova (stupac: Radova), PMF je druga institucija, njegova se adresa pojavljuje na 14,3% radova (1259 pojavljivanja), dok se adresa Medicinskog fakulteta pojavljuje na 7,8% radova (689)

Međutim ukoliko se Medicinskom fakultetu dodaju pridružene kliničke bolnice, te Zavod za javno zdravstvo broj radova raste na preko 1900, odnosno njegova se adresa pojavljuje na oko 21% radova. Ako se ograničimo samo na parcijalno autorstvo domaćih institucija (stupac: %) vidimo da su IRB, PMF i Medicinski fakultet najproduktivniji s 30,4%, 10,4%, odnosno 5,7% od ukupne znanstvene proizvodnje. Ukoliko medicinskom fakultetu pridružimo ranije navedene institucije, njegov postotak raste na 18%.

Znanstveni doprinos industrijskih instituta (Pliva, INA, Institut "Končar") je svega 3,4%, što je znatno manje nego u svjetskim razmjerima.

Usporedimo li podatke iz tablice 2 s onim iz slika 1 i 2 (ukupno oko 9000 istraživača), možemo uočiti, držeći se SCI raspodjele znanstvenih grana, da se 185 od ukupno 434 kemičara nalazi među is-

traživačima koji su iznad ili na svjetskom prosjeku (42,6% ukupnog broja). Među fizičarima ima ih 170 od ukupno 477 istraživača (35,6% ukupnog broja), dok među matematičarima 10 od 110 (9,1%). Takvih istraživača s područja biomedicinskih znanosti ima 344 (uključene biomedicinske i medicinske kliničke znanosti) od ukupno 2737 istraživača (12,6%). U Republici Hrvatskoj najmanje se pojavljuje u inženjerstvu, odnosno tehničkim i biotehničkim znanostima, jer je svega 50 istraživača od 3218 na ili iznad svjetskog prosjeka što je samo 1,6% od ukupnog broja, u društvenim znanostima sa 25 istraživača od 1166 (2,1%), te u humanističkim znanostima s 8 znanstvenika od 831 (1,0%).

Kemičari i fizičari, koji sačinjavaju oko 10% znanstvenog kadra u Hrvatskoj (ukupno oko 900 istraživača) u promatranom vremenskom razdoblju objavili su 4055 od ukupno 8825 znanstvenih djela, dakle oko 46% od ukupnog broja radova, pri čemu imaju produktivnost od 0,282 članka po istraživač-godini što je preko sedam puta više od svi ostalih znanstvenika (0,037 radova po istraživač-godini). Produktivnost u ostalim širim znanstvenim područjima iznosi: matematika 0,070; biomedicinske znanosti 0,080; tehničke i biotehničke znanosti 0,011; društvene znanosti 0,020, a humanističke znanosti 0,009 radova po istraživač-godini. Ukupna prosječna produktivnost svih znanstvenika iz Republike Hrvatske iznosi 0,061 radova po istraživač-godini, što iznosi trećinu prosječne svjetske produktivnosti.

Može li se očekivati veća znanstvena produktivnost naših istraživača u bližoj budućnosti? Odgovor je kratak i jasan: NE i to iz vrlo jednostavnog razloga- zbog financiranja znanosti. God. 1990. u Republici Hrvatskoj se izdvajalo 10800 američkih dolara po znanstveniku,¹⁵ dok se istovremeno u afričkim zemljama izdvajalo 15600, u zemljama u razvoju 24100, dok je svjetski prosjek iznosio 86600 USD.¹⁶ Prema Nacionalnom znanstvenoistraživačkom programu¹³ za 1996. god. iz proračuna za materijalne troškove znanstvenih projekata predviđeno je 73 milijuna kuna ili 14 milijuna USD, odnosno oko 1500 USD po istraživaču godišnje, što je svega oko 5% od barem tridesetak tisuća dolara godišnje koliko se prosječno izdvađa u svijetu.

Na kraju treba reći da od oko devet tisuća znanstvenika registriranih u Hrvatskoj **više od četiri tisuće nije objavilo ni jedno svjetski dostupno znanstveno djelo u šesnaestgodišnjem razdoblju**. Jedino pitanje koje se može postaviti je, hoće li primjena Nacionalnog znanstvenoistraživačkog programa¹³ poštovati razliku između aktivnih i neaktivnih istraživača, koja bi trebala rezultirati različitim materijalnim položajem (različiti radni uvjeti, uz istu plaću) ili će doći do "uravnilovke"?!!?

SAŽETAK

Razmatra se znanstvena produktivnost istraživača iz Republike Hrvatske, koji su publicirali svoja znanstvena djela u časopisima koje obuhvaća *Science Citation Index* (SCI), *Social Science Citation Index* (SSCI) i *Arts & Humanities Citation Index* (A&HCI), a objavljena su uz adresu institucije iz Republike Hrvatske. Znanstvena produktivnost od 8825 znanstvenih radova analizira se po znanstvenim granama prema broju znanstvenih djela i parcijalnom autorstvu. Uvodi se pojam normiranog faktora utjecaja časopisa, pri čemu se svaka znanstvena grana preračunava na prosječni faktor utjecaja svih časopisa koje obuhvaća SCI. Identificirali su se svi znanstvenici, njih 792 od ukupno 8987 istraživača i znanstvena novaka, koji su u razdoblju 1980-1995. god. prema broju objavljenih radova i/ili ukupnom parcijalnom autorstvu bili na svjetskom prosjeku ili iznad njega. Na temelju srednjih vrijednosti produktivnosti i normiranog faktora utjecaja znanstvenih grana izdvojilo se 2,5% najuspješnijih znanstvenika iz Hrvatske (228 istraživača). Utvrdilo se da se gotovo polovica od 792 istraživača bavi kemijom ili fizikom, iako kemičara i fizičara ima oko 10% od ukupnog broja istraživača. Ustanovile su se institucije u kojima najuspješniji istraživači rade - njih 34% zaposleno je u Institutu "Ruđer Bošković", a po oko 10% je radilo na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu i Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U svjetlu scientometrijskih pokazatelja analiziraju se uvjeti izbora u znanstvena zvanja u različitim znanstvenim granama i uspoređuju s uvjetima objavljenim u posebnom broju glasila Ministarstva i tehnologije "Most".

LITERATURA

1. B. Klaić, *Scientometrics*, **32** (1995) 133-152.
2. *Scientific Research In Croatia* (urednica Greta Pifat-Mrzljak), The Ministry of Science and Technology of the Republic of Croatia, Zagreb, 1995.

3. *Most*, Glasilo Ministarstva znanosti i tehnologije, Vol. **6**, Zagreb, siječnja 1994.
4. *Source Index of the Science Citation Index*, 1980-1995, (urednik E. Garfield), Institute of Scientific Information, Philadelphia, USA.
5. *Source Index of the Social Science Citation Index*, 1980-1995, (urednik E. Garfield), Institute of Scientific Information, Philadelphia, USA.
6. *Source Index of the Arts & Humanities Citation Index*, 1980-1995, (urednik E. Garfield), Institute of Scientific Information, Philadelphia, USA.
7. A. Schubert, W. Glänzel i T. Braun, *Scientometrics*, **16** (1989) 3-478.
8. *Science Citation Index Guide*, 1993, (urednik E. Garfield), Institute of Scientific Information, Philadelphia, USA.
9. *Social Science Citation Index Guide*, 1993, (urednik E. Garfield), Institute of Scientific Information, Philadelphia, USA.
10. *Unesco, Statistical Yearbook*, Unesco, Paris, 1993.
11. *Journal Citation Reports (JCR, Section 8)*, 1992, (urednik E. Garfield), Institute of Scientific Information, Philadelphia, USA.
12. *Most*, Glasilo Ministarstva znanosti i tehnologije, Posebni broj: "Izbori u zvanja", Zagreb, prosinac 1994.
13. *Nacionalni znanstvenoistraživački program za razdoblje od 1996. do 1998. godine*, Nacionalno znanstveno vijeće, Zagreb, siječnja 1996.
14. *Zakon o znanstvenoistraživačkoj djelatnosti*, Narodne novine, br. 96, 1993.
15. *Statistički ljetopis*, 1992, Republika Hrvatska, Državni zavod za statistiku, Zagreb, 1993.

P. s.

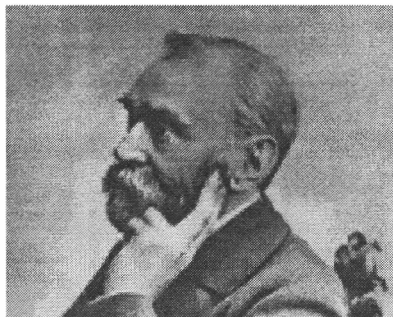
Ovaj pokušaj dr. Branimira Klaića iz Zavoda za organsku kemiju i biokemiju Instituta "Ruđer Bošković" valja u prvome redu shvatiti kao nastojanje da se i u nas konačno javno počne raspravljati o vrjednovanju znanstvenoga rada. Otkada je znanost i u nas, unatoč svim preprekama i poteškoćama, ipak barem deklarativno postala prestižna djelatnost, mnogi tim pojmom nastoje nazivati ono što rade a ponekad i sami znanstvenici vole smatrati znanošću sve ono čime se sami bave. Ovo je pokušaj da se pokaže kako se znanstvena djelatnost ipak može i te kako mjeriti i vrjednovati - ali ne i neprikosnoveno nastojanje da se bespogovorno za uvijek donesu konačne ocjene. Naprotiv, čitateljici/čitatelju to bi trebao samo biti poticaj da i sami o tome razmisle i ponude vlastiti način i rješenje što bi trebali poslužiti da se konačno i u nas točnije odredi tko je tko i koliko vrijedi u znanosti. Za svaki znanstveno obrazloženi prijedlog i/ili kritiku stranice "Rugjera" bit će od sada pa stalno ubuduće i te kako otvorene. Uredništvo

Nobelove nagrade za medicinu, kemiju i fiziku 1996. godine

Rajka Rusan

Znanost se isplati. Ne pokazuju to samo sve češće reportaže o znanstvenicima - milijunašima koji su znali unovčiti svoje znanje i talente, nego i ovogodišnje Nobelove nagrade koje su donijele mnogo američkih dolara istraživačima za otkrića objavljena prije više od dvadeset godina. Ta "usporena isplata", dakako, ne govori protiv njihovih istraživanja koja su pravedno nagrađena, nego više o oprezu Švedske akademije koja radije pričekala koje desetljeće da se otkriće višestruko potvrdi, najčešće kroz izgradnju cijele znanstvene poddiscipline nastale zahvaljujući određenom otkriću.

Tako, vjerojatno, ni Švicarac Rolf M. Zinkernagel nije imao na umu Nobelovu nagradu kada je napunivši tek dvadesetdevet godina (1973) otišao iz Lausanne u australsku Canberru da bitamo tijekom dvije godine istraživao imunološki sustav zajedno sa četiri godine starijim Australcem Peterom C. Dohertyjem. Za otkriće da bijela krvna zrnca tek u suradnji s određenim površinskim strukturama tjelesnih stanica mogu obraniti organizam od uzročnika bolesti, ova su dva znanstvenika početkom listopada 1996. nagrađena Nobelovom nagradom za fiziologiju odnosno medicinu.



Alfred Nobel

Doherty i Zinkernagel znali su, kao i drugi znanstvenici u ono vrijeme, da se miševi mogu obraniti od jednog, po njih inače smrtonosnog virusa (limfocitnog virusa koriomenigitisa), kada im se ubrizga određena vrsta bijelih krvnih zrnaca, tzv. T-stanica, uzetih od drugih miševa, koji su prije toga bili imunizirani protiv spomenutog virusa. No današnji nobelovci opazili su da se ova vrsta staničnog imuniteta može prenositi samo između sasvim određenih mišjih vrsta. Životinje s kojima su eksperimentirali razlikovale su se genetski tek po površinskim staničnim strukturama nazvanim MHC (*major histocompatibility complex*), koje su prije toga bile okarakterizirane kao transplantacijski antigeni. U ljudi se MHC struktura naziva HLA (skraćenica od *human leu-*

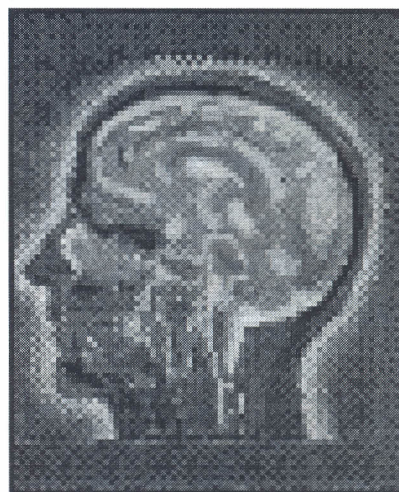
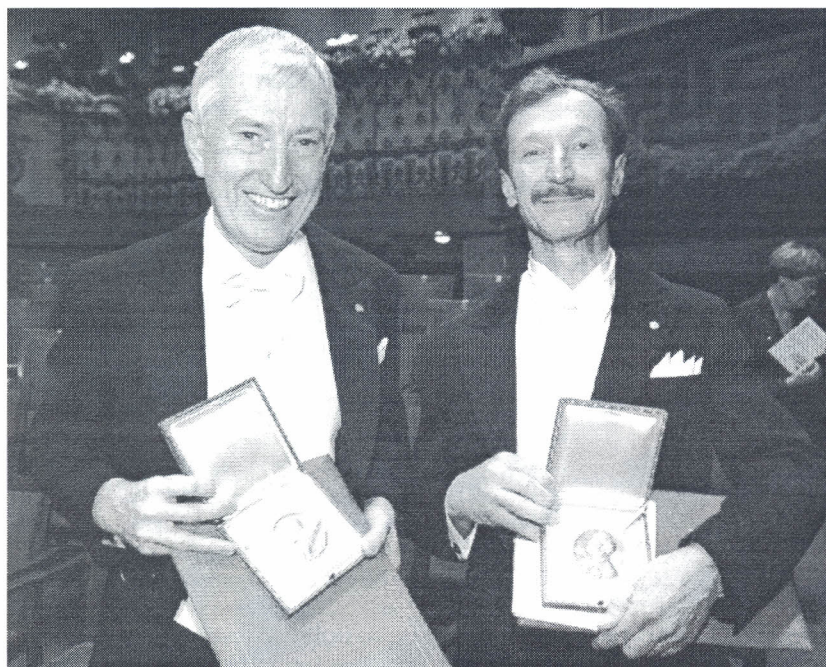
kocyte antigen, tj. ljudski leukocitni antigen). Tek kada su životinja-davatelj i životinja-primatelj imale iste stanične površinske strukture (MHC) bilo je moguće da prenesene T-stanice unište virusom inficirane stanice u životinje-primatelja. Po prvi puta je bilo jasno da za obranu od virusa moraju postojati dvije komponente imunosustava: T stanice, ali i odgovarajuće MHC-strukture davatelja odnosno primatelja. Istraživanja koja su uslijedila nakon ovoga otkrića pokazala su da za obranu od virusa specijalizirane citotoksične T-stanice istovremeno "uočavaju" dvije stvari: jednu stranu, neprijateljsku (tj. virus) i jednu blisku, poznatu (tj. blisku MHC strukturu). Svoje otkriće nazvali su Doherty i Zinkernagel T-stanično ograničenje (restrikcija) imunološke obrane.



Virusi se umnožavaju u unutrašnjosti stanica i stoga su, za razliku od bakterija koje se razmnožavaju u krvi i u drugim tkivima, imunološkom sustavu gotovo nevidljive. Tjelesne su stanice ipak razvile strategiju pomoću koje hvataju sićušne djeliće virusa, tzv. bjelančevinaste peptide, i zadržavaju ih na površini stanice - upravo pomoću MHC struktura, koje djeluju poput minijaturnih kliješta. Tako se prisutnost virusa u stanici ipak signalizira promjenom na njezinoj površini, koju onda prepoznaju T-obrambene stanice. Ove stanice posjeduju, pak, na svojoj površini kontaktne strukture (koje s obzirom na površinu obične stanice uklapaju poput ključa u ključanicu) i koje uočavaju prisutnost spomenutog peptida uklještenog u MHC. Nakon toga, odašilju određene bjelančevine (perforine) koje uništavaju, točnije rečeno poput metaka probijaju inficiranu stanicu. Ona potom odumire.



Dodjela Nobelovih nagrada za 1996. godinu

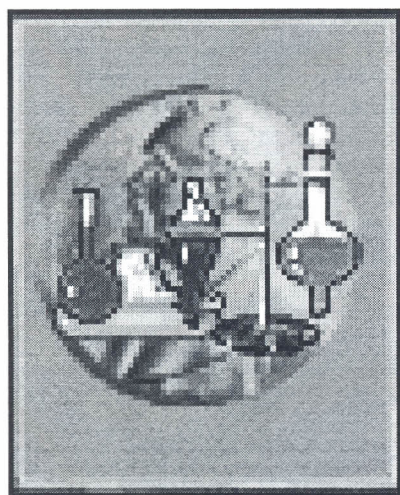


Nagrade za medicinu dobili su:
Peter C. Doherty
Rolf M. Zinkernagel

Otkriće ovog složenog mehanizma omogućilo je niz proboja u medicini. Pronađeno je da se na sličan način tijelo brani od tumorskih stanica. Otada se pokušava na razne načine potaknuti imunološke obrambene procese, i kod tumorskih oboljenja i drugih, infektivnih bolesti. Pri transplantacijama, budući da organizam želi odbaciti strano presađeno tkivo,

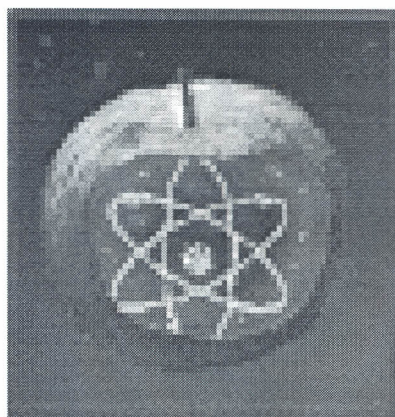
ovaj se proces želi obrnuti - tada se opisani mehanizam tjelesne obrane pokušava onesposobiti. Kod gensko-tehnološki stvorenih cjepiva pokušava se, kao posljedica ovih spoznaja, stvoriti takve virusne antigene koji će se dobro uklopiti u najproširenije, tj. najčešće MHC strukture. Na taj se način želi pronaći lijek za kronične virusne infekcije, npr. protiv hepatitisa-

B. Napokon, pronađen je put - premda ne i način - kojim treba ići u svladavanju autoimunih bolesti. Tako su nastali i suvremeni koncepti za liječenje multiple skleroze i reumatičnog artritisa. Sasvim dovoljno da bi Rolf M. Zinkernagel, koji već četiri godine vodi Institut za eksperimentalnu imunologiju u Zurichu, i Peter C. Doherty, danas u SAD, dobili Nobelovu nagradu.



Nagrade za kemiju dobili su:
Robert F. Curl, jr.
Richard E. Smalley
Harold W. Kroto





Nagrade za fiziku dobili su:
David M. Lee
Douglas D. Oserhoff
Robert C. Richardson

Na području ovogodišnje Nobelove nagrade za kemiju nije toliko vidljiva općeljudska korisnost otkrića Roberta F. Curla (SAD), Richarda E. Smalleya (SAD) i Harolda W. Krotoa (V. Britanija) - premda će otkriće fulerena (ugljičnih molekula naročitog oblika) imati svoju primjenu u stvaranju novih katalizatora i materijala s posebnim električnim i optičkim osobinama. Od sredine osamdesetih godina poznato je da se ugljik, osim poznatih oblika poput dijamanta, grafita, čađe, pojavljuje i u obliku šuplje kuglaste molekule nazvane fuleren. Fulereni se sastoje od parnog broja ugljikovih atoma, kojih u molekuli može biti 32 ili nekoliko stotina. Najzanimljiviji od njih je tzv. Buckminsterfuleren, nazvan tako prema američkom arhitektu Buckminsteru Fulleru (umro 1983.), koji se proslaviom svojim geodetičkim kupolama. Spomenuti fuleren se sastoji od šezdeset atoma koji tvore oblik koji podsjeća na nogometnu loptu.

Smalley, Curl i Kroto (premda treba spomenuti da se uz otkriće fulerena i njegovu jednostavno proizvodnju vežu i imena Jima Heatha, Seana O Briena, Wolfganga Kraetschmera i Konstantinusa Fostiropoulosa) otkrili su fulerene eksperimentom u kojem su isparavali grafit pomoću laserske zrake u atmosferi helija. Između ostalog, kao produkt ovog pokusa pronašli su neuobičajeno stabilnu molekulu ko-

ja se sastojala od šezdeset ugljikovih molekula. Budući da je Buckminsterfuleren šuplji, u njega se mogu umetnuti drugi atomi, npr. metala. Tako se mogu stvoriti supravodljive soli ili trodimenzionalni polimeri. Isto tako, fulereni mogu - zbog svog sferičnog oblika - služiti kao "transporteri" koji će prevoziti lijekove u specifične dijelove tijela, ili kao lubrikanti, tj. maziva.

Za razliku od toga, nagrada za fiziku dodijeljena je za područje fundamentalnih istraživanja, za otkriće superfluidnosti helija-3, čije značenje je zasad čisto teorijske naravi. 10. prosinca u Stockholmu ove godine Nobelovu nagradu primit će trojica Amerikanaca: David M. Lee, Douglas D. Oserhoff i Robert C. Richardson, i to za otkriće iz sedamdesetih godina. Tada je, naime, spomenuta trojka (Oserhoff je u to doba bio dvadesetdevetogodišnji postdiplomand) rađajući u laboratoriju za fiziku niskih temperatura na Sveučilištu Cornell, pokazala da helijev izotop, helij-3 postaje superfluidan na temperaturi od dvije tisućinke stupnja iznad apsolutne nule. Na tako niskoj temperaturi ovaj izotop počinje teći ne gubeći energiju na trenje i u stanju je učinkovito voditi toplinu. Fenomen se ne može shvatiti pomoću klasične fizike koja je "u stanju objasniti npr. "fazne" prijelaze iz pare u vodu i iz vode u led. Na temperaturi bliskoj apsolutnoj nuli atomi iznenada gube slučajnost

kretanja i počinju se kretati koordinirano. Tako nastala "tekućina" može "prekipiti" iz posude, teći kroz sićušne rupice i iskazati niz drugih, ne-klasičnih fenomena. Razumijevanje i objašnjenje svojstava takve "tekućine" iziskuje vrlo kompliciranu kvantnu fiziku, te je ona i nazvana "kvantnom tekućinom". Superfluidna "kvantna tekućina" otkrivena je tridesetih godina pomoću helija-4, a tada je bila proučavana na dva stupnja iznad apsolutne nule. Otkriće Leeja, Oserhoffa i Richardsona odnosi se na tisuću puta nižu temperaturu, i pokazuje da se osobine superfluidnog helija-3 u mnogo čemu razlikuju od fenomena proučavanog prije šezdeset godina.

Zanimljivo je da su trojica fizičara-Nobelovaca za 1996. za svoje otkriće superfluidnosti helija-3 nagrađeni još 1980. godine nagradom Oliver E. Buckley koju dodjeljuje Američko fizikalno društvo. Premda se zasada primjena njihovog otkrića predviđa samo u kozmologiji, gdje bi eventualno mogla objasniti zgušnjavanje "kozmičke prašine" u galaktike, unutar teorije "Velikog praska", treba vjerovati najstarijem od ova tri Nobelovca kad kaže: "Znanost je mreža, i ono što se zbiva na jednom dijelu mreže utječe na događaje na drugim dijelovima. Naše je je otkriće dio znanstvene mreže, i to njenog osnovnog dijela."



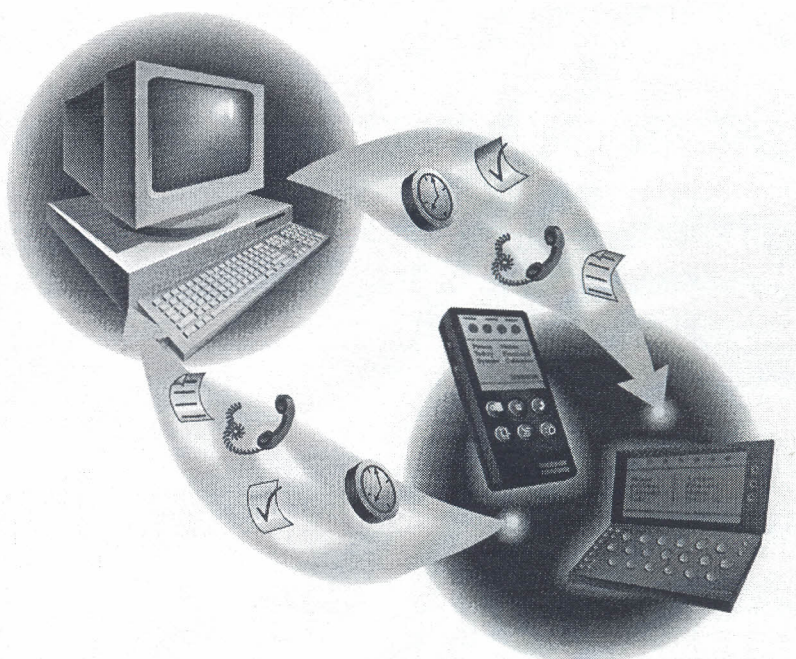
COMDEX '96

Nenad Prelog

Tehnologija postaje sve osobnija, a granice između onoga što nazivamo potrošačka ili zabavna elektronika s jedne strane i informacijske tehnologije s druge strane sve su manje jasne - to je najvažnija poruka ovogodišnjeg najvećeg i najvažnijeg okupljanja informatičara, COMDEX-a '96 koji je kao i uvijek održan u Las Vegasu.

Gotovo da i nema područja u kojem svi tako vole nove izraze, nove kovanice i kratice kao što je to teorija i primjena računala, svatko tko imalo drži do sebe "proslaviti" će se ako ništa drugo ono barem novim značenjem pridodanim nekoj staroj, dobro poznatoj riječi, a ako još uz to u promet stavi i po koju kraticu (koju je naravno objasnio samo jednom i nikad više, a i to na nekom ne baš previše dostupnom mjestu...), njegovo je mjesto u "galeriji slavnih" rezervirano!

Upravo u tom novom području "osobne tehnologije" nailazimo na cijeli niz uređaja koji su namijenjeni samo nama, koje možemo nositi sa sobom ma gdje bili, koji se malo pomalo prilagođavaju našim navikama i potrebama. Svatko daje ono najbolje u te nove uređaje; telefon daje mobilnost, nova, "ručna" (*handheld*) računala (nosimo ih u jednoj ruci, odtuda im ime), daju nam mogućnost da uvijek budemo uključeni (*"on line"*), a proizvođači softvera nude prilagođene operacijske sustave (Windows CE, koji je kompatibilan sa svim inačicama Windowsa uključujući 95 i NT), te tzv. "džepna" izdanja Worda, Excela i drugih programa koje smo već navikli koristiti.

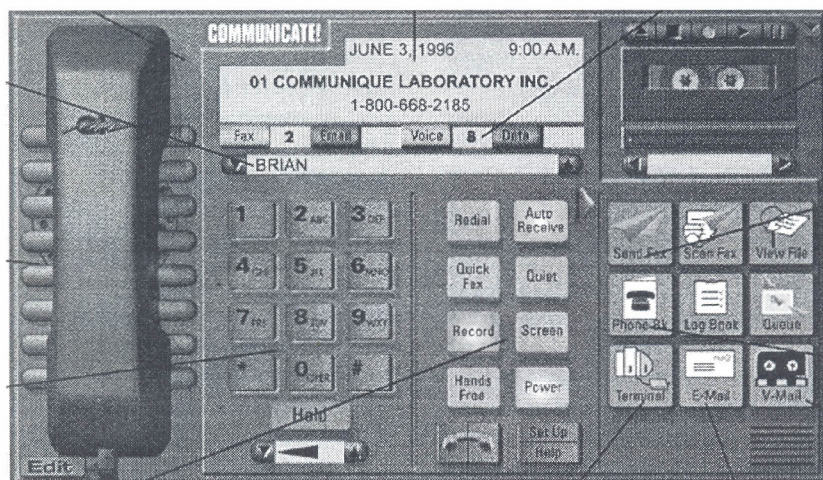


Kad već spominjem "Microsoftove" programe ne mogu se ne sjetiti i njegovog veličanstva osobno, Billa Gatesa, koji je kao i svake godine u utorak, drugog dana COMDEX-a govorio u anfiteatru hotela "Aladin". Prvih dvanaest tisuća posjetitelja je uspjelo ući u dvoranu, a ostali su se morali zadovoljiti televizijom zatvorenom kruga u predvorju i pomoćnim dvoranama. Veliki Bill ovoga puta nije pripremio tako efektni spektakl kao ranijih godina, uostalom i njegov je moć to ove godine bilo humanije i jednostavnije računalstvo. PC nije mrtav, nekoliko je puta naglasio, no još uvijek to nije stroj za svakoga i za svakodnevni život. To je ilustrirao anketama snimljenim na ulici gdje su "običnim" ljudima bila postavljana pitanja koja oni u pravilu nisu razumjeli, ili već klasičnim nesporazumima između običnog korisnika i stručnjaka gdje ovaj prvi nakon višesatnog uzaludnog traženja zove službu za pomoć i

zapomaže: u priručniku piše da treba pritisnuti "any key" kako bi se nastavio proces instalacije, a ja sam pregledao više puta cijelu tipkovnicu i niti na jednoj tipki tako nešto ne piše...

Budući da se ništa više u svijetu (a osobito onom vezanom uz računala) ne događa bez Interneta odnosno Weba, svi novi softverski paketi kompletno su orijentirani mreži. Srećom više nije potrebno učiti ne baš uvijek prijazni jezik za pisanje Web stranica - HTML, to je (za jedno sa svim multimedijским dodacima) sada moguće kreirati i u Wordu ili nekom drugom standardnom programu za obradu teksta. I to će sigurno pridonijeti većem korištenju Interneta kod onih kojih su još osjećali strah od *surfanja*.

Na kraju još treba reći da su ovu godinu obilježile obljetnice, od one u veljači kada smo shvatili da je prošlo tek ili već pedeset godina od pojave čuvenog ENIAC-a, koji je, ipak mogao obavljati i temeljne matematičke operacije, pa do početka studenog kada je obilježen još jedan važan događaj: dvadeset i pet godina od prvog mikroprocesora, čuvenog INTEL-ovog 4004. Ne smijemo zaboraviti da se krajem godine obilježava i petnaest godina od kada je IBM - početkom prosinca 1981. na tržište izbacio jedan od svojih najuspješnijih proizvoda - PC. Bill Gates je među ostalim u svom predavanju spomenuo da se oni u svojim prognozama budućeg razvoja često služe ekstrapolacijama trenda. Da bi se nešto moglo ekstrapolirati mora imati (barem minimalnu) povijest. Računalo, mikroprocesor i PC to malo po malo počinju imati!



Nova medicinska etika

Rajka Rusan

Časopis "Društvena istraživanja" broj 23-24, tiskan i javnosti predstavljen sredinom studenog, donosi veliki tematski blok o novoj medicinskoj etici. Budući da je to prvi puta da se u nas na jednom mjestu pojavljuju izvorni članci devetorice inozemnih autora, pregledni članci i priopćenja petorice domaćih autora, te nekoliko preglednih članaka o stanju bioetike u raznim područjima svijeta (Azija, Japan, istočna Europa), taj pothvat zaslužuje da se na njega skrene pažnja svih zainteresiranih za medicinu i moralno-etička pitanja povezana s napretkom znanosti i tehnologije.

Već je samo po sebi vrijedno pohvale okupiti uistinu "prvu ligu" znanstvenika koji se bave određenom temom u jednom domaćem časopisu. Australac Peter Singer, veteran je kontroverzne moralne filozofije, koja bez oslonca na tradicionalne religijsko-filozofske nazore raspravlja o - između ostalog - eutanaziji, smrti, nastanku života i mogućnostima manipulacije životom i smrću. U svome članku, koji otvara tematski blok o novoj medicinskoj etici, on raspravlja o problemu transplantacije organa, u naročito zaoštrenoj situaciji kada se radi o novorođenčadi, pri čemu jedno dijete sigurno umire. Tom Beauchamp, također poznato ime, pokušava utemeljiti sustav biomedicinskih načela, dok Robert M. Veatch, sa istog sveučilišta kao i Beauchamp (Sveučilišta Georgetown, SAD) u izuzetno zanimljivom članku tvrdi upravo suprotno: više ne postoji klasična medicina, pa time ne postoji niti klasična bioetika, odnosno mogućnost jedinstvenog bioetičkog sustava. Javlja se sve više, uvjetno rečeno, medicinskih slučajeva koji iziskuju etičke i druge procjene, koje su pod utjecajem heterogenih vrijednosnih sustava. Svaka odluka u takvoj, postmodernoj medicini, pretpostavljać će skup vjerovanja i vrijednosti koje dolaze izvan medicine.

Britanska autorica Ruth Chadwick dovodi u svezu etičko odlučivanje o medicinskim postupcima s političkim

konceptima komunitarizma (suvremena zapadnjačka varijanta socijalizma) i individualizma, osvrćući se posebno na temu neplodnosti i njenog liječenja. I Warren Thomas Reich određuje se prema spomenutim, suprotstavljenim političkim filozofijama, smatrajući da su one temeljem različitih bioetičkih odluka u medicinskoj praksi. Autor se zalaže za jednu varijantu komunitarističkog pristupa, takozvanu etiku skrbi. Rihito Kimura pridružuje se Beauchampu u želji da se stvori univerzalna bioetika koja će biti razumljiva svima i u domeni odlučivanja onih kojih se tiče. Hilde Lindemann Nelson i James Lindemann Nelson pokušavaju razjasniti pravo žena da odlučuju i utječu na medicinske postupke, posebice na nametanje kontracepcijskih sredstava kao mjere socijalne politike (prema maloljetnicama iz ugroženih rasno-socijalnih slojeva, ili prema ženama u kaznionicama). Vrlo informativan članak "Bioetika u Europi" bochumskog profesora Hansa Martina Sassa izvještava o zakonskom i praktičnom reguliranju svih najvažnijih problematičnih medicinsko-bioloških područja u Njemačkoj, Austriji i Švicarskoj: istraživanja na embriju, humane genetike, pobačaja, eutanazije, pacijentovog samoodređenja, uskraćivanja liječenja, pribavljanja i presađivanja organa, novih reproduktivnih tehnologija i kliničkih istraživanja. Na kraju ovog niza inozemnih autora treba spomenuti i Erika Parena koji raspravlja o posve novoj problematici, koja se tek pojavljuje na rubovima postmoderne medicine: o genetskom testiranju i mogućnostima suočavanja pacijenta s istinom o potencijalno mutiranom genu kojeg nosi.



Domaće autore predvodi dr. Ivan Šegota s Medicinskog fakulteta u Rijeci, koji je ujedno i urednik ovoga broja "Društvenih istraživanja" i kao takav najzaslužniji za upravo opisani reprezentativni izbor suvremenih tekstova o medicinskoj etici kojeg se ne bi posidjeli niti najbolji stručni časopisi humanističke orijentacije. Dr. Šegota koji među rijetkima u Hrvatskoj sustavno prati problematiku medicinske i bioetike, i ima relevantno međunarodno iskustvo o područjima i orijentacijama unutar ove discipline, ovaj se puta odlučio na izvještavanje o sukobu "stare" hipokratske i nove medicinske etike, na primjeru eutanazije. Među domaćim autorima valja još istaknuti dr. Ivana Čehoka koji je pak među rijetkim hrvatskim filozofima zainteresiranim za pitanja praktične etike. Njegov članak "Filozofija i medicinska etika" pokušava odrediti neke od ključnih pojmova u današnjem filozofskom utemeljenju medicinske etike, prije svega pojam samoodređenja.



Božićna priča o kalendaru

Tomislav Krčmar

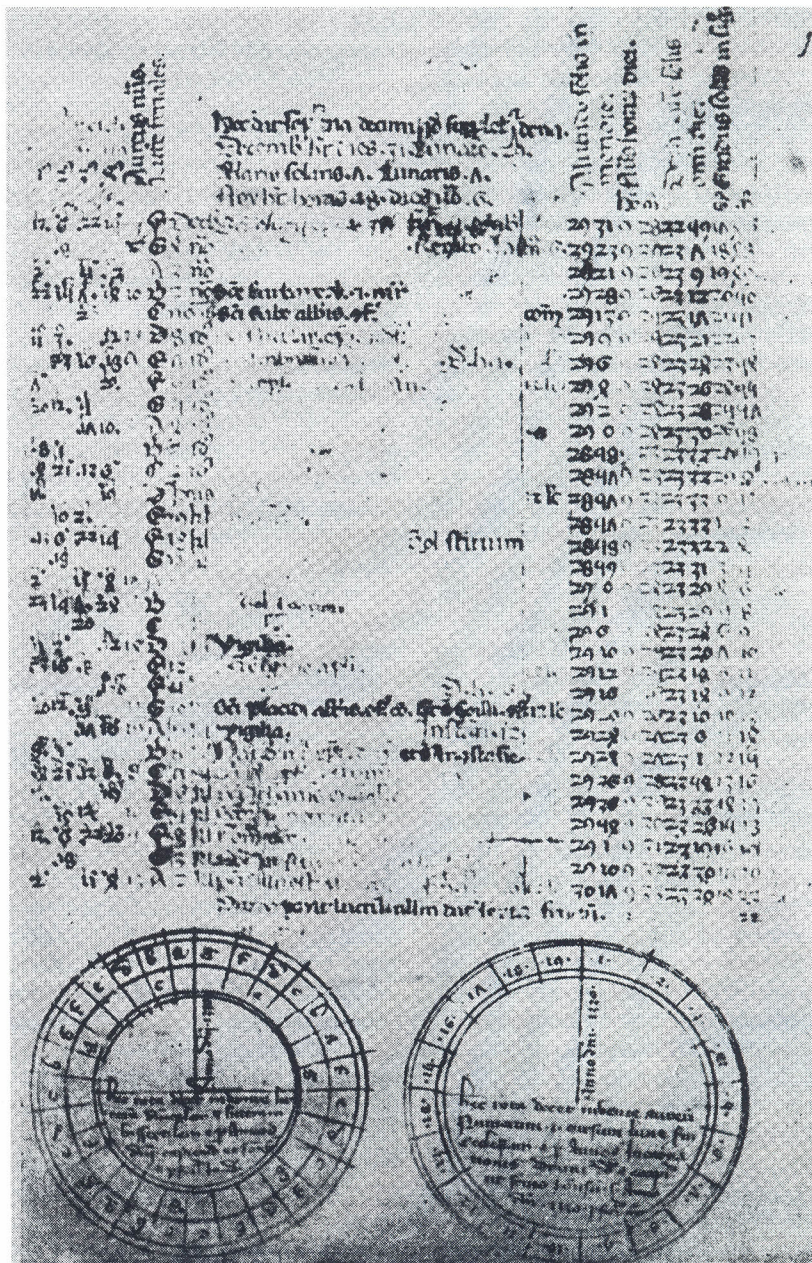
Približavanje svakog Božića, a s njime u našoj zapadnoj kršćanskoj civilizaciji i Nove godine, uvijek iznova podsjeća i na pitanje: što, zapravo, to sve znači? Ili, drukčije rečeno: kako je, uopće, došlo do toga da se ponavljanje vremenskih odječaka tako točno odredi i nazove posebnim imenima - i, konačno, do onoga što se u običnom jeziku najčešće naziva: kalendar.

A to je, jer je u svezi s tijekom vremena, ujedno, i jedno od najtežih pitanja što ih si čovjek oduvijek, ili barem otkada je razumno biće koje nastoji naći valjani odgovor na svako pitanje što mu čini važnim, postavlja. Pitanje što su mu odgovor nastojali naći najbolji i najveći umovi ... i najbolje što su uspijevali postići bili su neki opisi i posredna objašnjenja - ali ne i točna i precizna definicija.

Uostalom, prostor i vrijeme temeljni su pojmovi fizike no ni to, još uvijek, ne znači da ih svaki fizičar može jednoznačno i po svim pravilima definirati. No, za ovu priču i nije važno znati točno što je vrijeme, dovoljno je znati kako se čovjek njime u današnjoj civilizaciji služi. I, barem približno, zašto to čini. A taj zahtjev vodi prema razmatranju o mjerenju vremena, točnije: njegovih duljih odsječaka što označavaju promijene u prirodi.

Naime, mnoge od njih zbivaju se ciklički ili ponavljaju se pravilno tako da je moguće ustanoviti neku zakonitost, zamijetili su pomniji promatrači i oni rijetki koji su, još vrlo davno i nitko ne zna točno kada u povijesti, promatrali svijet oko sebe, razmišljali o njemu i o svojim položaju i mjestu u njemu. Temelj na kojemu se gradi takvo poimanje zapravo je naš Sunčev sustav, kretanje našeg planeta oko najbliže nam zvijezde, izvora svjetla, topline i, ako tako želite, života. Takvo cikličko ponavljanje noći i dana, primjerice, i nije osobito teško zamijetiti, slično kao i ponavljanje onoga što zovemo godišnjim dobima.

Zamijetiti pravilnost tih zbivanja možda i nije bilo osobito teško, ali ustanoviti zakonitosti što pri tome vladaju nije bilo ni najmanje jednostavno i zapravo nitko danas ne zna kome je to



Najstariji poznati astronomski kalendar nastao na tlu Hrvatske, koncem trinaestoga stoljeća u samostanu sv. Krševana u Zadru. Rukopis je najprije monah Mihovil početkom četrnaestoga stoljeća odnio u Avignon, zatim je prenesen u opatiju Mons Tumba, i konačno je stigao u Oxford gdje je sada u Bodlejskoj knjižnici kao MS ASHMOLEAN 360. Brojevi u njemu pisani su t. zv. arapskim brojkama što je za sada najstariji poznati takav slučaj u nas. Preneseno iz "Povijesti egzaktnih znanosti u Hrvata" (SNL, 1982., str. 29) akademika Žarka Dadića.

prvome i kada uspjelo. No, ono što je nedvojbeno i neupitno jest da je osnovna jedinica pri tome bila dan i to ono razdoblje što je proteklo od, prim-

jerice, jedne do prve sljedeće pojave svjetlosti nakon mračne noći. Istina, nisu svi određivali trajanje toga dana niti njegov početak na isti način - ali i to je

krasan izraz i primjer ljudske sve- i uvijek-prisutne težnje za različitostima. Naravno, preciznost ili točnije: nepreciznost takve mjere u tim prvim početcima nikoga i nizašto nije smetala.

Nešto dulji odječak vremena, onaj što ga čini sedam uzastopnih dana a zovemo ga tjedan ili sedmica, poznavali su već Babilonci, i dane nazivali prema svojim božanstvima. Istina, nisam naišao na objašnjenje zašto su u tu svrhu odredili baš sedam a ne osam (kao što je to bilo u 'starom' Rimu) ili deset (kao što je to bilo u starom Egiptu) dana - ali odgovor možda leži u njihovom tadanjem poznavanju samo sedam planeta našeg Sunčeva sustava. Onoga njegova dijela što je vidljiv golim okom, naravno. Uostalom, mjerenje vremena i određivanje njegovih osnovnih jedinica nedvojivo je vezano uz najstariju znanost, astronomiju ili zvijezdovnanstvo, a ona se, koliko se danas znade, pojavila i razvijala na tlu Mezopotamije upravo nekoliko tisuća godina prije Kristova rođenja.

Za određivanje još duljih razdoblja služio je već i u to najstarije doba slijed Mjesečevih mijena, promijena osnovnog oblika stalnog najbližeg Zemljina suputnika. Potpuna izmjena Mjesečevih faza naziva se 'sinodički mjesec' i danas se zna da traje točno 29,53059 dana. Kako je ravnane po danima uvijek a osobito u tim početcima bilo osnovno u praktičkom snalaženju u vremenu, a 'sinodički mjesec' ima približno pola dana više od 29 čitavih dana - valjalo je uskladiti te dvije mjerne veličine. To je dovelo do 'mjesečeva' ili 'lunarnog' kalendara - ali očite poteškoće što pri tome postoje uzrokovale su potrebe za usklađivanjima što se, čini se, najlakše moglo ostvariti mijenjanjem broja dana u još nešto većem odsjeku vremena što ga zovemo mjesecom.

Za praktičku vremensku orijentaciju u još duljim razdobljima važna je i izmjena godišnjih doba što je, pak, uzrokovano promjenom položaja Sunca na nebeskome svodu - kako su ga vidjeli tadanji promatrači nebeskih pojava. Mnogo kasnije ustanovljeno je da Zemlja prividno obide ono što se naziva ekliptikom (to znači svoju cijelu putanju oko Sunca) u trajanju t. zv. 'jedne tropske godine': danas se zna da je to točno 365 dana, 5 sati, 48 minuta i 46,98 sekundi. A kako ni ona ne iznosi cijeli broj dana morala se t. zv. 'građanska godina' što, zbog jasnih i praktičnih razloga mora imati cijeli broj dana, prilagoditi duljini 'tropske godine'. Tako je nastao 'Sunčev' ili 'solarni' kalendar.

Naravno, to prilagođavanje ostvarivalo se mijenjanjem cijelog broja dana

u 'građanskoj godini' prema različitim pravilima. Doda li se tome da su početak brojenja godina različite civilizacije u različitim razdobljima 'smještale' u različita vremena i vezivale uz različite važne događaje - razumljivo je i postojanje prilično velikog broja različitih kalendara. Obično se ta razdoblja nazivaju 'erama' pa, recimo, 'židovska era' počinje prvog dana u desetom mjesecu godine 3761. prije Krista, 'olimpijska (starogrčka) era' (u kojoj su se po četiri godine brojale kao jedna 'olimpijada') počinjala je danom prve zabilježene olimpijade a to je bio prvi dan sedmog mjeseca 776. godine prije Krista, 'rimska era' ili ona 'od osnutka grada (*ab urbe condita*)' dvadeset četvrtog dana u četvrtom mjesecu godine 753. prije Krista, 'muhamedanska era' od 'hidžre', Muhamedova bijega iz Meke u Medinu, počinje šesnaestog dana sedmog mjeseca godine 622. po Kristu, 'revolucionarna (francuska) era' počinjala je danom osnutka Republike a to je dvadeset drugi dan devetog mjeseca godine 1892.



Brojenje po našem zapadnoeuropskom kršćanskom načinu što se obično a kod nas nakon duljeg vremena odnedavno ponovno označava kao 'po Kristu' uveo je Dionizije *Exiguus* oko godine 533. (poslije Krista!), vjerujući da je uspio odrediti točno vrijeme Kristova rođenja. No, pri tome je ipak pogrešio ali ni danas se ne može posve točno odrediti za koliko. Razni računi tvrde da je pogreška velika desetak godina - ali se, obično, ne uspijevaju međusobno suglasiti.

Najstariji danas poznati kalendar, onaj 'staroegipatski', bio je lunarni; imao je 12 mjeseci s po 30 dana što čini 360 dana a onih 5 dana 'viška' dodavalo se na kraju godine. Mjeseci su u Egiptu bili podijeljeni u 3 godišnja doba što su, zapravo, bila 3 poljoprivredna ciklusa: vrijeme poplave, vrijeme sjette i vrijeme žetve. Zbog već objašnjenih razloga taj kalendar se svake četiri godine razlikovao od Sunčeve godine za još jedan cijeli dan pa se uskoro više nije podudarao s godišnjim razdobljima kakva su zamjećivana u prirodi. Naime, tek poslije 1460

godina (što je nazivano 'Sotisovim razdobljem') ponovno je nova godina počinjala u pravo doba. Kasnije je to ispravljeno dodavanjem još jednog dana svake četvrte godine i tako je nastala i danas nama poznata 'prestupna godina'.

'Starogrčki kalendar' razlikovao se od tadanjih ostalih jer je bio t. zv. 'lunisolaran', što znači da je bio svojevrsna kombinacija 'lunarnog' i 'solarnog'. Godina je počinjala kad je Sunce dospjelo u točno određeni položaj, 'solsticij' (suncostaj ili najdulji i najkraći dan) ili 'ekvinocij' (ravnodnevica) a svaki mjesec počinjao je 'mlađakom' (prvom fazom). Ali, jer se solarna godina ne može dijeliti na lunarne mjesece, valjalo je kalendar stalno popravljati. Ne zna se točno kad su uvedeni t. zv. 'oktaeterisi' (skupine od 8 godina) ali je sigurno da potječu iz davnine. Budući da 8 'Sunčevih godina' ima 2922 dana a 8 'Mjesečevih godina' ima samo 2832, razlika od tih devedeset dana (što su približno tri 'lunarna mjeseca') umetala se u različita vremena u 'osmoljeću'. Pa ipak, zbog male razlike što je još uvijek ostala, svaki mjesec nije mogao početi s 'mlađakom' - pa je atenski astronom Meton morao korigirati i taj kalendar. Prema njemu su godine od 432. prije Krista počinjale potkraj šestog mjeseca i bile grupirane u t. zv. 'Metonove cikluse' od po devetnaest godina - s po sedam dodatnih mjeseci. Nakon te reforme pogreška je svedena na manje od dvije minute - ali je računanje vremena postalo iznimno kompliciran i težak posao.

'Rimski kalendar' bio je, u početku, jednak najstarijem grčkom. Kasnije su uvedena poboljšanja: godina je imala deset mjeseci (imena su im bila *Martius, Aprilis, Maius, Junius, Quintilis, Sextilis, September, October, November i December*). Takvoj godini nedostajalo je šezdeset dana, nedostajala su joj, očito, dva mjeseca - a takva godina bila je u barbarskih naroda na sjeveru gdje je klima bila oštra pa su dva zimska mjeseca bila 'mrtva'. Zatim su dodana dva mjeseca, *Januarius i Februarius* pa je godina završavala 23. *Februarius*a. Bili su još neki popravci ali su se, koncem razdoblja Republike počeli zlorabiti dodavanjem ili oduzimanjem izmišljenih mjeseci kako bi se produljivale ili skraćivale t. zv. 'magistratske službene godine'. Stoga je potkraj razdoblja Republike u računanju vremena došlo do potpune zbrke pa je Gaj Julije Cezar, kako bi je dokrajčio - reformirao kalendar.

Po savjetu egipatskog astronoma Sosigena, Gaj Julije Cezar jednostavno je odredio da se 46. godini prije Krista

doda 67 dana između Novembra i Decembra i tako je produljio da je imala 445 dana. Time je 'civilnu godinu' prilagodio 'tropskoj' i od tada počinje korištenje t. zv. 'Julijanskog kalendara' što je, naravno, po njemu dobio ime (kao, uostalom, i mjesec što se do tada nazivao *Quintilis*). Taj se održao gotovo šesnaest stoljeća, sve do godine 1582.

Tada je papa Grgur XIII. enciklikom "Inter gravissimas" od 22. drugog mjeseca godine 1582. u svojoj državi uveo novi kalendar što mu ga je izradio napuljski astronom i fizičar Aloisius Lilius (pravi imenom Luigi Lilio Ghiraldi). Proljetni ekvinocij pada je prema starom ('Julijanskom') kalendaru na 11. dan trećeg mjeseca i pomicao se, prema računu tropske godine, za tri dana svakih četiri stotine godina. Kako je, prema Nikejskom koncilu, određeno da taj dan bude 21. dan trećeg mjeseca, papa Grgur odredio je da te godine nakon 4. dana u desetom mjesecu odmah slijedi 15. pa stoga u povijesti europskih naroda koji se služe 'Gregorijanskim kalendarom' ne postoje dani između 4. i 15. listopada godine 1582.!

Razlog toj posljednjoj reformi ponovno je bilo nastojanje da se kalendar uskladi s 'prirodnim stanjem'. Naime, 'Julijanski kalendar' osnivao se na dvije pogreške: prva je da godina ima točno 365 i 1/4 dana a druga da 235 'lunarnih' mjeseci čini točno 19 'solarnih' godina. No, Kopernik je dokazao da se duljina 'tropske godine' mijenja između 365,2381 i 365,2472 dana pa je stoga došlo da spomenute razlike te je to uzrokovalo da je potkraj šesnaestoga stoljeća proljetni ekvinocij trebao biti deset dana ranije no što se željelo. A da, i unatoč toj promijeni, proljetni ekvinocij opet ne 'počne putovati', određeno je i da svaka četvrta godina bude prestupna i broji 366 dana - ali da takva ipak ne bude svaka 'stoljetna' godina što nije djeljiva s 400.

Naravno, trebalo je vremena da taj reformirani 'Gregorijanski kalendar' prihvate i drugi. Austrija je to napravila tako da je 1584. godine odmah nakon sedmog dana u prvom mjesecu slijedio šesnaesti, Ugarska je kasnila tri godine pa je nakon 22. dana u desetom mjesecu godine 1587. slijedio 31. dok su neki 'pravovjerni' vrlo teško prihvatili 'papinsku promijenu' pa je, primjerice, Kraljevina SHS tek godine 1919. za područje Srbije, Crne Gore i Makedonije taj kalendar prihvatila tako te je, nakon devetnaestog dana u prvom mjesecu, odmah slijedio tridesetprvi.

Razni narodi u povijesti služili su se različitim kalendarima. Slaveni su, primje-

rice, u računanju vremena rabili i 'lunarna' i 'solarna' pravila pa se 'lunarni kalendar' ravnao prema Mjesečevim mijenama, a 'solarni' prema godišnjim dobima te je godina trajala od ljeta do ljeta. Tragovi toga zadržali su se i u imenu pojma 'mjesec'. Godinu od dvanaest mjeseci Slaveni su prihvatili istodobno kad su se i pokrstili. Pri tome su neki slavenski narodi preuzeli nazive latinsko-bizantskog podrijetla dok su drugi, radije, zadržali svoja stara imena što su ukazivala na neku važnu prirodnu pojavu. A razlike u klimi stvorile su da je, primjerice, u Hrvata šesti mjesec (kad kod nas cvjetaju lipe) nazvan lipanj dok Poljaci imenom 'lipiec' nazivaju sedmi mjesec - jer u njih lipe cvatu mjesec dana kasnije.

Muhammed a. s. je u islamskim zemljama odredio da se godina temelji na 'lunarnoj' pa je stoga u njih godina imala 354 dana. Stoga im je svakih trideset godina 'nedostajalo' jedanaest dana pa da se to ispravi muslimanski kalendar naređuje da se u ciklusu od 30 godina jedanaest njih produlji na 355 dana. Dulje su, što znači i 'prestupne' 2., 5., 7., 10., 13., 16., 18., 21., 24., 26. i 29. godina u svakom 'tridesetljeću' a 'prestupni dan' dodaje se uvijek na kraju godine. Njihovi mjeseci imaju 29 ili 30 dana a tek je, prema 'Gregorijanskom kalendaru' 637. ili 638. godine kalif Omer odredio da se za početak muslimanske ere uzme datum Muhamedova bijega iz Meke u Medinu ('hidžret') što je po 'Gregorijanskom kalendaru' petak 16. dan sedmog mjeseca godine 622.

Židovski kalendar potječe od 'lunarnog' kalendara po kojemu je godina počinjala u proljeće. Mjeseci su imali 29 i 30 dana a tjedni su tekli neovisno o mjesecima. Osim godina brojila su se i 'sedmoljeća' kao i skupine od 'sedam sedmoljeća', s pedesetom, jubilarom godinom. Podudaranje sa 'solarnom' godinom postizalo se dodavanjem jednog mjeseca: poslije redovitog 'Adara' dodavao se i izvanredni, drugi 'Adar'. Dan se u Židova dijeli na 24 jednaka 'sata', od kojih svaki ima 1080 'halakima' a svaki 'halakim' po 72 'regaima'; počinje u 18 sati 'građanskog vremena'. Mjeseci izmjenično imaju po 29 i 30 dana, no ponekad se dogodi da dva mjeseca uzastopce imaju po 29 dana pa je godina 'kratka' ili imaju po 30 dana pa je godina 'duga'. 'Embolizmičke', one što imaju dva mjeseca 'Adara' (prvi u tome slučaju ima 30 a drugi 29 dana!), godine su 3., 6., 8., 11., 14., 17. i 19. u ciklusu od 19 godina. Početak Židovske ere' je 1. 'tišri' 3761. godine prije Krista.

No, osim vjera, računanje vremena željeli su po svojemu odrediti i neke veli-

ke povijesne promjene i događaji. Primjerice, odlukom Francuskog Konventa od 5. dana desetog mjeseca godine 1793. uveden je znameniti 'Kalendar Francuske revolucije' (*Calendrier republicain*) što se zasnivao na Sunčevoj godini od 12 mjeseci po 30 dana a ti su pak imali po 3 deкаде (3 tjedna od po 10 dana). Mjeseci su se dijelili na jesenje: 'vendemiaire', 'brumaire' i 'frimaire', zimske: 'nivose', 'pluviose' i 'ventose', proljetne: 'germinal', 'foreal' i 'prairial' te ljetne: 'messidor', 'thermidor' i 'fructidor'. Da bi se takva godina uskladila s astronomskom dodavalo joj se na kraju još 5 svečanih, dopunskih dana, t. zv. 'sansculottides' (dani: vrline, genija, rada, uvjerenja i nagrade!). Osim toga, svaka četvrta godina, t. zv. 'sekstilna', dobivala je još jedan dopunski dan, dan 'Revolucije'. Razdoblje od četiri godine nazivalo se 'franciade' dok su se obični dani u dekadi nazivali prema brojevima: 'primidi', 'duodi', 'tridi', 'quartidi', 'quintidi', 'sextidi', 'septidi', 'octidi', 'nonidi' i 'decadi'. Za početak računanja 'Revolucionarne ere' uzet je dan 'jesenjeg ekvinocija', 22. dan devetog mjeseca 1792. Bio je to 1. 'vendemiaire'. 'Kalendar Francuske revolucije' dokinuo je Napoleon Bonaparte 2. rujna 1805.

Nejednaka duljina mjeseci i neprekidno mijenjanje dana i datuma u mjesecu stvara stanovite poteškoće pa je razumljivo da se javljaju želje i poticaji za novom reformom kalendara. Između prvog i drugog svjetskog rata u Društvu naroda potaknuto je, primjerice, pitanje reforme aktualnog kalendara. Od velikog broja pristiglih prijedloga prihvatljiv je preostao samo jedan: po njemu bi se godina dijelila u četiri jednaka kvartala po tri mjeseca. U svakome kvartalu (to su prvi, četvrti, sedmi i deseti mjesec u godini!) imao bi 31 dan dok bi preostala dva imala po 30 dana. Na iste datume u svakom kvartalu 'padali' bi svake godine isti dani u tjednu. Izvan kvartala i tjedna dodavao bi se u običnoj godini jedan posebni dan na koncu posljednjeg kvartala, to jest nakon 30. prosinca, kao 'opći svjetski praznik'.

No, naravno, ni to ne samo da nije prihvaćeno, nego je već gotovo posve zaboravljeno. Pa iako praktičan život svakodnevno pokazuje nužnost i korist takvog jednostavnijeg i praktičnijeg kalendara i, uopće, reda u svemu pa i u mjerenju vremena i brojanju dana - nema mnogo izgleda da će se čovječanstvo o tome jednoznačno i brzo dogovoriti. I mnogo, mnogo jednostavnija a važnija pitanja to, uostalom, ne mogu dočekati.



Odlikovanja znanstvenicima

Potpredsjednik hrvatske vlade i ministar znanosti i tehnologije Republike Hrvatske prof. dr. Ivica Kostović predao je u petak 13. prosinca na prigodnoj svečanosti priređenoj u Zlatnoj dvorani u Opatičkoj ulici 10 u Zagrebu odlikovanja hrvatskim znanstvenicima i drugim djelatnicima u znanosti i prosvjeti kojima ih je odlikovao predsjednik Republike Hrvatske dr. Franjo Tuđman za osobite zasluge u znanosti i prosvjeti te za promicanje moralnih i društvenih vrednota kao i za osobit doprinos razvitku i ugledu Republike Hrvatske i dobrobiti njezinih građana. Odlikovanja su dodijeljena u prigodi Dana državnosti i šeste obljetnice samostalne i suverene države Hrvatske. U ime nagrađenih zahvalio se akademik Milan Moguš. (Hina).

Čestitamo!

Redom danice Hrvatske s likom Ruđera Boškovića za osobite zasluge u znanosti:

1. prof. dr. sc. Vladimir Andročec - Brodarski institut Zagreb, Avenija V. Holjevca 20
2. prof. dr. sc. Hrvoje Babić - Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb, Unska 3
3. akademik Vojislav Bego - (u mirovini) Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb, Unska 3
4. dr. sc. Adam Benović - Biološki zavod Dubrovnik, Damjana Jude 12
5. dr. sc. Rudolf Brajičić - Filološko teološki institut Družbe Isusove, Zagreb, Jordanovac 110
6. prof. dr. sc. Marko Branica - Institut "Ruđer Bošković" Zagreb Bijenička 54
7. prof. dr. sc. Pavo Caput - Agronomski fakultet, Zagreb, Svetošimunska 25
8. prof. dr. sc. Nikola Cindro - Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, Bijenička 54
9. prof. dr. sc. Vinko Čandrlić - Građevinski Fakultet Zagreb "Fra A. Kačića Miošića 26
10. dr. sc. Stjepan Čeović - Opća bolnica "Dr Josip Benčević", Slavonski Brod A. Štampara 42
11. prof. dr. sc. Marčelo Dujanić - Ekonomski fakultet Rijeka, Vukovarska 58
12. prof. dr. sc. Željko Dujić - Medicinski fakultet, Zagreb, Šalata 3b
13. dr. sc. Radovan Fuchs - Ministarstvo znanosti i tehnologije
14. prof. dr. sc. Ante Fulgosi - Filozofski fakultet Zagreb, Ivana Lučića 3
15. prof. dr. sc. Stjepan Gamulin - Medicinski fakultet Zagreb, Šalata 3b
16. prof. dr. sc. Rudolf Grulich - Institut für Kirchengeschichte von Böhmen Mähren Schlesien, Bischof-Kaller-Strasse 3b, D-61462 Königstein
17. prof. dr. sc. Željko Horvatić - Pravni Fakultet Zagreb, Trg m. Tita 14
18. prof. dr. sc. Davor Juretić - Fakultet prirodoslovno-matematičkih znanosti i odgojnih područja, Split, Teslina 12/III
19. akademik Andrija Kaštelan - Medicinski fakultet Zagreb, Šalata 3b
20. prof. dr. sc. Ivan Katavić - Tehnički fakultet Rijeka, Vukovarska 58
21. akademik Krista Kostial-Šimonović - (u mirovini) Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, Ksaverska cesta 2
22. doc. dr. sc. Zdenko Kovač - KBC Rebro, Zagreb, Kišpatićeva 12
23. akademik Jelena Krmpotić-Nemanjić - Medicinski fakultet Zagreb, Šalata 3b
24. akademik Željko Kučan - Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, Strossmayerov trg 14
25. prof. dr. sc. Branimir Lukšić - Ekonomski fakultet, Split, Radovanova 13

26. prof. dr. sc. Niko Majdandžić - Strojarski fakultet Slavonski Brod, Trg I. B. Mažuranić 18
27. prof. dr. sc. Lujo Margetić - G. Carabino 11/IV, Rijeka
28. prof. dr. sc. Slavko Matić - Šumarski fakultet Zagreb, Svetošimunska 25
29. doc. dr. sc. Branimir Matijašević - Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, I. Lučića 5
30. prof. dr. sc. Marcel Meler - Ekonomski fakultet Osijek, Gajev trg 7
31. akademik Milan Moguš - Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, Trg N. Š. Zrinskog 11
32. prof. dr. sc. Mijo Mustapić - Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, Ivana Lučića 5
33. akademik Anica Nazor - Hrvatski filološki institut, Zagreb, Demetrova 11
34. akademik Mladen Paić - Krajiška 30, Zagreb
35. mr. sc. Predrag Pale - Ministarstvo znanosti i tehnologije
36. dr. sc. Velimir Pravdić - Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, Bijenička 54
37. prof. dr. sc. Elsa Reiner - Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, Ksaverska cesta 2
38. prof. dr. sc. Nikola Ružinski - Ministarstvo znanosti i tehnologije
39. prof. dr. sc. Želimir Sladoljev - Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, Ivana Lučića 5
40. prof. dr. sc. Petar Slapničar - Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split, R. Boškovića bb
41. prof. dr. sc. Đuro Sulimanović - Veterinarski fakultet Zagreb, Heinzelova 55
42. prof. dr. sc. Vitomir Šunjić - Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, Bijenička 54
43. prof. dr. sc. Marko Tadić - Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, Zvonimirova 8
44. prof. dr. sc. Mihovil Vukelić - Medicinski fakultet Rijeka, Braće Branchetta 20
45. prof. dr. sc. Marin Zaninović - Filozofski fakultet, Ivana Lučića 3, Zagreb

Redom danica Hrvatske s likom Katarine Zrinske za osobite zasluge za zdravstvo, socijalnu skrb i promicanje moralnih društvenih vrednota:

46. doc. dr. sc. Jure Zovko - Ministarstvo znanosti i tehnologije

Redom danice Hrvatske s likom Antuna Radića za osobite zasluge u prosvjeti:

47. prof. dr. sc. Ilija Škrinjar - Stomatološki fakultet, Zagreb, Gundulićeva 12

Redom hrvatskog pletera za osobit doprinos razvitku i ugledu Republike Hrvatske i dobrobiti njezinih građana:

48. Nedjeljko Đerek - Ministarstvo znanosti i tehnologije
49. Aasef El-Rushaidat - Ministarstvo znanosti i tehnologije
50. Ivo Lanza - Ministarstvo znanosti i tehnologije
51. dr. Zvonimir Marić - Ministarstvo znanosti i tehnologije



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZNANOSTI I TEHNOLOGIJE

Imenovanje i razriješenje pomoćnika ministra znanosti i tehnologije

Na temelju članka 23. stavka 4. Zakona o Vladi Republike Hrvatske ("Narodne novine", br. 41/90, 8/91, 14/91, 53A/91, 9/92, 55/92 i 29/94) i članka 42. stavka 2. Zakona o sustavu državne uprave ("Narodne novine", broj 75/93), Vlada Republike Hrvatske na sjednici održanoj 24. listopada 1996. godine imenovala je prof. dr. Ivicu Mandića pomoćnikom ministra znanosti i tehnologije.

Dosadašnji pomoćnik ministra znanosti i tehnologije prof. dr. sc. ILIJA ŠKRINJARIĆ razriješen je na osobni zahtjev.

Izmjene i dopune zakona o ustrojstvu i djelokrugu ministarstava i državnih upravnih organizacija

Zastupnički dom Sabora Republike Hrvatske na sjednici 18. listopada donio je Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o ustrojstvu i djelokrugu ministarstava i državnih upravnih organizacija. Navedenim izmjenama utvrđuje se nadležnost ministarstava nad državnim upravnim organizacijama. Ministarstvo znanosti i tehnologije nadležno je za Državni hidro-meteorološki zavod, za Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo te za Državni zavod za intelektualno vlasništvo. Pored toga, Ministarstvo znanosti i tehnologije s danom stupanja na snagu navedenog zakona preuzima poslove Zavoda za informatizaciju pravosuđa i javne uprave od Ministarstva pravosuđa.

Fulbrightov program

HRVATSKI STIPENDISTI FULBRIGHTOVOG PROGRAMA ZA AK. GOD. 1996./97.

Ime i prezime/Institucija u Hrvatskoj

Prihvatna institucija

FULBRIGHT POSTDOCTORAL SCHOLARSHIPS

Dr. Slaven Letica/Medicinski fakultet, Zagreb
Dr. Mislav Ježić/Filozofski fakultet, Zagreb
Dr. Staša Puškarić/Institut "Ruđer Bošković", Rovinj
Dr. Nikša Odžak/Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split
Dr. Tatjana Rundek/Bolnica "Sestre Milosrdnice", Zagreb
Dr. Ennio Stipčević/HAZU, Zagreb

Texas A&M
Harvard University
University of Maryland
University of Maryland
Columbia University
Yale University

FULBRIGHT PREDOCTORAL SCHOLARSHIPS

Ivor Karavanić/Filozofski fakultet, Zagreb
Boran Berčić/Filozofski fakultet, Zadar
Zlatko Šatovi/Agronomski fakultet, Zagreb
Zvezdana Prizmić/Institut za primjenjena društvena istraživanja, Zagreb

University of New Mexico
University of California, Irvine
Cornell University
University of Michigan Arlington

FULBRIGHT MEDIA PROFESSIONALS

Darko Lukić/ITD, Zagreb
Stanko Juzbašić/slobodni umjetnik
Snježana Banović-Petrović/slobodna umjetnica
Krešimir Dolenčić Gavella, Zagreb

New York University, New York
Columbia University
Yale University
Rice University Houston
(odgođeno od akad. god. 1995/96.)

AMERIČKI STIPENDISTI FULBRIGHTOVOG PROGRAMA ZA AK. GOD. 1996./97.

Ime i prezime

Prihvatna institucija u Hrvatskoj

Dr. Mary Gilliland
Dr. William Saur
Dr. Darko Skorin-Kapov
Dr. David Ramsey
Dr. Joseph Bombelles
Dr. Clifford Shultz
Diane Gal
Maple Rasza
Nancy Lee
Katarina Duich
Ana Munk

Institut za antropologiju, Zagreb
Pravni fakultet - Studijski centar socijalnog rada, Zagreb
Ekonomski fakultet, Zagreb
Filozofski fakultet - Odsjek za anglistiku, Zagreb
Ekonomski fakultet, Rijeka/Ekonomski fakultet, Zagreb
Ekonomski fakultet, Rijeka
Filozofski fakultet - Pedagojske znanosti, Zagreb
Filozofski fakultet - Odsjek za povijest, Zagreb
Pedagoški fakultet, Odsjek za anglistiku, Osijek
Fakultet političkih znanosti, Zagreb
Filozofski fakultet - Odsjek za povijest umjetnosti, Zagreb

English as a Foreign Language Fellow 1996/97

Leslie Eble

Filozofski fakultet - Odsjek za anglistiku, Zagreb

Nuklearna opcija

Nikola Čavlina

Hrvatsko nuklearno društvo je, pod pokroviteljstvom Europskog nuklearnog društva, organiziralo u Opatiji od 7. do 9. listopada međunarodnu konferenciju pod nazivom "Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grid". Cilj joj je bio prikupljanje i razmjena iskustava u korištenju nuklearne energije među zemljama s malim ili srednjim elektroenergetskim sustavima. Razlog za izbor takve teme, osim što i mi spadamo u skupinu takvih zemalja, bio je shvaćanje da interesi i prioriteti velikih zemalja, izvoznica nuklearne tehnologije, nisu nužno identični s interesima malih i srednjih zemalja, uvoznica nuklearne tehnologije, i orijentiranih isključivo na miroljubivo korištenje nuklearne energije.

Rad konferencije bio je podijeljen u 9 sekcija u kojima su razmatrana pitanja perspektive nuklearne energetike u svijetu i preduvjeta za njezinu primjenu, zatim metode za usporedbu nuklearne s drugim energetske alternativama (termoelekttranama na ugljen i na plin) sa stajališta ekonomičnosti i utjecaja na okoliš, pa pitanje razvoja nuklearnih reaktora, analize nuklearne sigurnosti, metode ispitivanja i modifikacija opreme nuklearnih elektrana i

konačno pitanja nuklearnog gorivnog ciklusa i odlaganja nuklearnog otpada. Naravno, bilo je govora i o vrlo važnom problemu, odnosu javnosti prema nuklearnoj energetici. A za Nuklearnu elektranu Krško osobito zanimljiva bila je rasprava o metodama ispitivanja i modifikacije opreme nuklearnih elektrana zbog potrebe da joj se uskoro zamijene generatori pare.

Zemlje s malim i srednjim nuklearnim energetske sustavima najčešće su i zemlje s ograničenijim ljudskim i materijalnim mogućnostima. A da bi se postigli najviši standardi sigurnosti, pouzdanosti i ekonomičnosti rada nuklearnih energetske postrojenja, uz ograničene prirodne izvore, potrebno je i njihovo što racionalnije korištenje. Pri tome je vrlo važan pravi izbor tehnologije, ciklusa goriva, strategije zbrinjavanja radioaktivnog otpada kao i raspremanja elektrane. Sve to upućuje na korisnost što šire razmjene iskustava kao i na što tijesniju suradnju tih zemalja. Dragocjena iskustva stjecana su tijekom dugogodišnjeg razvoja nuklearne energetike u Bugarskoj, Finskoj, Mađarskoj, Slovačkoj i sličnim zemljama; ona omogućavaju da se izbjegn timer pogreške odluke te da se racionalno i smisleno rješavaju sva pitanja što se javljaju za pogona nuklearnih elektrana. Narav-

HND

Ens

Croatian Nuclear Society

International Conference

***Nuclear Option
in Countries with
Small and Medium
Electricity Grid***



Hotel Admiral
Opatija, Croatia
7-9 October 1996

no, pri tome se misli i na zbrinjavanje radioaktivnog otpada kao i na pripreme za raspremanje nuklearnih elektrana. Iskustva tih zemalja pokazuju da su male i srednje zemlje sposobne sigurno i ekonomično koristiti nuklearnu energiju a s obzirom na manje ljudske i materijalne potencijale one to ponekad čine racionalnije od velikih nuklearnih zemalja. Stoga je to iskustvo i te kako prikladno i važno upravo za zemlje sličnih potencijala.

Veliki međunarodni odaziv na konferenciju Hrvatskog nuklearnog društva, uistinu neobično mnogo referata (čak 73, od kojih 48 iz inozemstva), više od stotinu sudionika iz 16 zemalja - pokazali su da je tema konferencije i te kako dobro pogođena. Tijekom tri dana konferencije u opatijskom hotelu "Admiral" čula su se vrlo zanimljiva izlaganja a zatim i stručne i poticajne rasprave o njima. Svi referati su recenzirani i objavljeni u zborniku.

Važnost opatijske konferencije o nuklearnim opcijama je i u tome što je vidimo kao prvu u nizu skupova orijentiranih na specifične interese i potrebe zemalja s malim i srednjim nuklearnim sustavima za koje vjerujemo da će u budućnosti i te kako rasti.



Peta obljetnica CARNet

"Hrvatska akademska i istraživačka mreža CARNet hrvatska je karta za put u informacijsko društvo. Dvije bitne smjernice na kojima će CARNet djelovati u budućnosti su kontinuitet u brzini dosadašnjeg djelovanja te prodor u svijet." Takvu ulogu i značenje CARNet istaknuo je mr. Predrag Pale, predsjednik Upravnog vijeća Hrvatske akademske i istraživačke mreže na središnjoj svečanosti u četvrtak (12. prosinca) na zagrebačkom Fakultetu elektrotehnike i računarstva (FER) o petoj obljetnici njegova utemeljenja. Uz prikazivanje rezultata i ciljeva CARNet, na svečanosti su uručena i priznanja za uspješnu suradnju u 1996. godini deseterici djelatnika-entuzijasta CARNet te predstavnicima nekoliko hrvatskih tvrtki. Jedan od programa kojim će CARNet i pokušati 'prodor' u svijet u sljedećoj godini, izjavio je Pale, program je pod nazivom "Pet godina Interneta u Hrvatskoj".

Ravnatelj CARNet mr. Predrag Vidas predao je na svečanosti godišnju nagradu te računalne mreže Damiru Mrkonjiću za iznimna postignuća u izgradnji najjužnijeg dijela CARNet, od Zadra do Dubrovnika. Pohvale su primili Vinko Kojundžić, Mario Viljac, Miroslav Milinović, Anđelko Žigman i Vladimir Braus, a zahvale su dodijeljene predstavnicima Koncertne dvorane "Vatroslav Lisinski, tvrtke "EuroComputer Systems", Škole narodnoga zdravlja "Andrija Štampar" te Hrvatske pošte i telefona. Održana je i prva sjednica Vijeća korisnika CARNet.

("Vjesnik", 13. prosinca 1996.)

Dan CARNet

(12. prosinca 1996., Fakultet elektrotehnike i računarstva)

Dan CARNet je događaj na kojem su se okupili svi stvaratelji, suradnici te sadašnji i potencijalni korisnici CARNet, Hrvatske akademske istraživačke mreže. Namjera organizatora bila je osvrnuti se na postignuto u proteklih pet godina djelovanja, razmijeniti mišljenja s prisutnima i prikazati planove za budućnost. Središnji događaj bio je prigoda za predstavljanje CARNet filmskom šetnjom kroz povijest i sadašnjicu.



CARNet kao hrvatski dio Interneta djeluje već pet godina; to je, u informacijskom društvu na pragu trećeg tisućljeća, (vrlo) dugo razdoblje, smatraju njegovi djelatnici, pa zato govore o povijesti CARNet. Prvi koordinacijski odbor osnovan je 3. listopada 1991. godine pa se toga taj datum smatra Danom CARNet, iako je on ove godine iznimno obilježen 12. prosinca.

CARNet je pokrenut kao projekt Ministarstva znanosti i tehnologije; osnovna njegova ideja bila je uvođenje tehnologije računalnih mreža u svakodnevni život. U međuvremenu mnogo je učinjeno u informatizaciji ne samo akademske zajednice već i cijeloga hrvatskoga društva, no zadaće su presrle okvire projekta.

Vlada Republike Hrvatske je svojom uredbom 1. ožujka 1995. godine osnovala CARNet ustanovu s ciljem uvođenja, praćenja i promicanja najnovijih informacijskih tehnologija kako bi se svim građanima Hrvatske omogućio rad i život na novi i bolji način.

Ustanova je organizirana u četiri odjela koji brinu o ostvarenju pojedinih zadaća CARNet. To su:

- * Računalno-komunikacijska infrastruktura,
- * Informacijski servis i podrška korisnika,
- * Istraživanje i razvoj i
- * Posebni programi i projekti.

CARNet je namijenjen prvenstveno akademskoj zajednici, istraživačima, ali i svim građanima Republike Hrvatske; stoga je i svima otvoren za suradnju.

Uloga CARNet je prvenstveno organizacijska, dok sustav gradi i održava sama akademska zajednica, odnosno članice i korisnici. Naglasak je na stvaranju, obradbi i objavi informacija, sadržaja i svih usluga koje iz toga proizlaze.

CARNet, priručnik za korisnika

Javnosti je predstavljen i priručnik za korisnika CARNet, zanimljivo napravljena i, valja vjerovati, korisna knjiga što svoju vrijednost dokazuje činjenicom da je to njezino (dorađeno) drugo izdanje. Prema riječima onih koji su ga napravili i predstavili javnosti, CARNet je proteklih (malo) godina postao jedan od ključnih infrastrukturnih elemenata sustava znanosti i visokog školstva u Republici Hrvatskoj.

Od samog osnutka jedan od osnovnih ciljeva CARNet bio je proširiti, što je moguće više, krug korisnika Interneta - računalne mreže svih svjetskih mreža. A Priručnik za korisnika još jedan je od kodača što bi trebali ubrzati složen proces širenja novog oblika pismenosti koji obilježava današnje vrijeme - uporabe računala i računalnih mreža.

Priručnik je namijenjen svim korisnicima Hrvatske akademske i istraživačke mreže, ali i onima koji će to tek postati. To su članovi hrvatske akademske zajednice ali i svi oni koji imaju potrebu i mogućnosti koristiti se svim blagodatima CARNet. Priručnik je napravljen kao otvoreni sustav sastavljen od zamjenjivih modula, u kojemu korisnik sam ulaže dijelove i komponira priručnik dopunjujući ga novim inačicama tekstova, ali i vlastitim bilješkama.

Korisnik u tome priručniku može pronaći:

- * objašnjenje elementarnih vještina potrebnih za rad na računalu 'pod operacijskim sustavom UNIX';
- * upute kako računalom komunicirati s drugim korisnicima na mreži;
- * pouku kako služiti se nuputcima za pretraživanje svjetskog informacijskog prostora i nalaziti potrebne i željene informacije i
- * upute za daljnji samostalan rad na računalnoj mreži i pomoću računala.



ZNANOST I BIROKRACIJA: Je li u Japanu zaista počelo XXI. stoljeće?

Žarko Modrić

Japan i njegovo "privredno čudo" često se spominju kao uzor, pa čak i kao gotov recept za savladavanje svih razvojnih i gospodarskih problema. Gotovo u pravilu posjetilac Japana vraća se pun dojmovima i ovu visoko razvijenu zemlju proglašava modelom tehnološkog, pa i znanstvenog razvoja i smješta je u - dvadesetprvo stoljeće.

Sve je počelo početkom sedamdesetih godina knjigama dvojice vrlo uglednih autora. Prvi je bio američki futurolog Herman Kahn, a drugi francuski pisac Jean Jacques Servan-Schreiber. Oni su pokušali analizirati nagli uspjeh japanskog gospodarstva, osobito prodore japanske prerađivačke industrije na zapadna tržišta, visoku kvalitetnu i relativno jeftinu robu i izuzetnu organiziranost japanskog gospodarstva i cjelokupnog društva.

Zaključak Kahna i Servan-Schreibera bio je da je stupanj organizacije gospodarstva u Japanu nova kvaliteta, da omogućava brzi razvoj i prelazak u tada najavljivano post-industrijsko društvo te da ga valja oponašati. Ta preporuka je podjednako upućena razvijenom Zapadu, ako se želi održati u svijetu sutrašnjice kojeg simbolizira buduće stoljeće, kao i nerazvijenom Trećem svijetu, ako ikada želi dostići zapadne zemlje.

Kahn i Servan-Schreiber nisu, dakako, ostali osamljeni. Legije uglednih autora posjećivali su Japan sedamdesetih i osamdesetih godina a bibliografija japanskog "gospodarskog čuda" se obogaćivala. Gotovo svake godine pojavljuju se novi prilozi apologetske produkcije koja je uz to vrlo često praćena i paničnim strahom od nadolazeće japanske dominacije i savjetima kako da se Japan nadmaši i njegova dominacija spriječi.

Ono što je zajedničko Kahnu i Servan-Schreiberu, kao i legiji njihovih sljedbenika, jest činjenica da nitko od njih nikada nije živio u Japanu, da ne govori japanskim jezikom i da ne poznaje uvjete i okolnosti u kojima se Japan zaista brzo pretvorio iz poražene i relativno nerazvijene zemlje u visoko razvijenu. Oni gledaju samo na poslje-

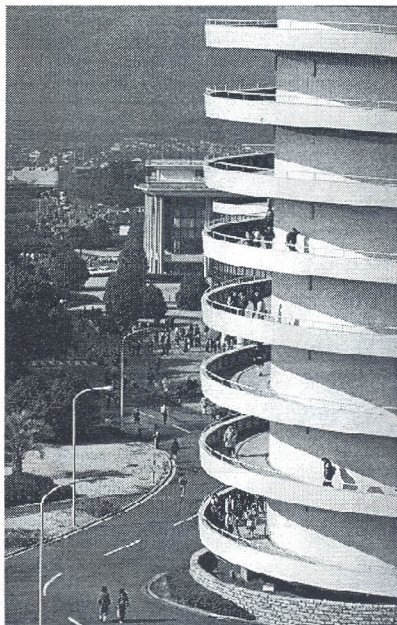
dice, barataju brojkama i zaključuju da su metode posve sigurno dobre kada su učinci postignuti njihovom primjenom povoljni. I kada ozbiljan istraživač pregleda sve nizove knjiga i članaka u kojima se tako pohvalno piše o uspjesima japanskog modela gospodarstva, otkrit će vrlo brzo da među autorima ima vrlo malo - Japanaca. Oni, naime, znaju vrlo dobro da u "čudu" nema mnogo čuda i da iza svakog uspjeha i svakog dostignuća stoji i neuspjeh i problem, ili u najmanju ruku prateća pojava o kojoj apologeti ne znaju

mnogo ili ih ne smatraju osobito značajnima.

I dok se djela Kahna, Servan-Schreibera i mnogih njihovih sljedbenika mogu naći u gotovo svakoj knjižnici Zapada, malobrojni ozbiljni poznavaoци japanskog društva i gospodarstva, kao Jon Woronoff, Jared Taylor ili Takeo Doi i Satoshi Kamata ostaju posve nepoznati i nedostupni. A oni su ili odlični poznavaoци Japana koji govore jezik i koji su proveli decenije živeći u ovoj zemlji ili su rođeni Japanci koji znaju cijenu "gospodarskog čuda".



Tsukuba: japanski "grad znanosti"



Studentski "campus" u Tsakubi

Nema mnogo spora o brzom i uspješnom prodoru Japana među industrijske velesile. Taj je prodor činjenica, kao što je činjenica i da je on plaćen visokom cijenom odricanja, željezne discipline i truda cjelokupne nacije.

Sigurno je najveća zabluda koju djela stranih apologeta "japanskog čuda" izazivaju kod čitalaca da se uspjeh na nekim područjima ljudske djelatnosti nekritičkom analogijom prenosi na druga, maltene na sva područja. A malo je gdje Japan i njegov neosporni uspjeh u razvoju gospodarstva i poglavito prerađivačke industrije toliko loše shvaćen u svijetu kao na polju znanosti. I time se stvara još jedna zabluda, jer se ovdje ne pokušavaju nekritički prenijeti modeli uspjeha, već se nastoji prenijeti i model sumnjivog uspjeha, ponekad čak i neuspjeha.

I ovdje se najčešće koriste brojke, pa se na primjer spominje visina japanskog ulaganja u znanost i iz rasta tih ulaganja zaključuje se da će i postignuti rezultati biti bolji. Druga je zabluda da se idealizira uloga države u financiranju znanosti pa čak i u usmjeravanju onoga što u Japanu najčešće nazivaju "istraživanja i razvoj" pa se tako dolazi do preporuke zemljama u razvoju da otvaranjem vlastitih "ministarstava znanosti" stvaraju uvjete za brz i uspješan razvoj.

Kao model tu se najčešće spominje moćni japanski MITI (Ministarstvo međunarodne trgovine i industrije) koji navodno stvara uvjete za nesumnjivi rast japanskog izvoza i uspjeh japanskog gospodarstva u svijetu. A kako je japan-

ska industrija, pod vodstvom MITI-ja, dokazala svoju moć, Japan će tako usporo postati i znanstvena velesila, jer se i politika znanstvenih istraživanja i "razvoja" također "vodi" u MITI-ju.

Takve ocjene se često koriste u zemljama u razvoju koje zatim pokušavaju opravdati ambicije vlastite birokracije da kontrolira znanost ističući primjer Japana. Tako je već postalo pravilo da ambiciozni birokrati, posebno u zemljama u razvoju, pokušavaju usvojiti japanski model upravljanja znanosti i financiranja znanosti što zatim završava na formiranju ministarstva znanosti i tehnologije, a obično na štetu znanstvenika i njihovog rada.

Ekonomisti i političari često Japan nazivaju "Japan Inc.", aludirajući na činjenicu da se vanjskom promatraču često čini kako japanske privatne tvrdke često provode "državnu" politiku, pa se već analogno tome stvara i kovanica "Japan Institute" koja bi trebala ocrtati navodno uspješnu organizaciju japanske znanosti u službi države i njenog gospodarstvenog uspjeha.

Istina je, međutim, ponešto drugačija. Japanska vlada u stvari nema jedno središte iz kojega bi se upravljalo znanosti, već više njih. Možda bi se čak moglo reći - previše središta. Čak 14 ministarstava japanske vlade bavi se znanosti i u svojim budžetima vodi fondove za znanost i istraživanja. No od njih 14 deset nisu osobito značajni, pa se glavnina novca i utjecaja koncentrira u četiri ministarstva. Jedno od njih postoji samo zbog znanosti. To je državna Agencija za znanost i tehnologiju kojoj na čelu stoji generalni direktor koji je član vlade i po rangu ministar.

Ministarstvo za prosvjetu, kulturu i znanost drugi je važan vladin resor za brigu oko znanstvenih istraživanja, ali je svakako najvažniji (i najmoćniji) ipak MITI (Ministarstvo međunarodne trgovine i industrije). Konačno tu je i Ministarstvo pošta i telekomunikacija koje kontrolira znanstvena istraživanja na ovom danas izuzetno važnom području.

Najveći budžet za znanost ima Agencija za znanost i tehnologiju, a on je gotovo pet puta viši nego drugi po veličini, onaj kojim raspolaže MITI. No najveći dio tog novca troši se na financiranje raznih korporacija, agencija i instituta i to po klasičnom "državnom" principu plaćanja takozvanog "hladnog pogona", odnosno troškova zgrade, održavanja, plaća, energije i drugih stalnih troškova. MITI je drugi po količini novca u budžetu za znanost, a gotovo jednako toliko dobiva i Minis-

tarstvo prosvjete, kulture i znanosti koje uglavnom financira 93 "nacionalna" (čitaj: državna) sveučilišta. Ministarstvo pošta i telekomunikacija ima najmanji od pet "velikih" budžeta za znanost, ali je paradoksalno postiglo najveći uspjeh svojim relativno ograničenim sredstvima, jer je zaslužno za pionirski rad na razvoju tehnologije proizvodnje i korištenja optičkih vlakana za komunikacije još osamdesetih godina.

Kada se zbroje budžeti svih 14 ministarstava za "znanost i tehnologiju", dobiva se impresivna svota japanskog državnog sudjelovanja u financiranju znanosti i tehnologije. No najveći dio tog novca troši se u stvari na vrlo skupu i izuzetno neefikasnu administraciju. U budžete, naime, ulaze u prvom redu plaće činovnika, najveće na svijetu u apsolutnim iznosima iako je kupovna moć zaposlenog u Japanu daleko niža nego u svim razvijenim zapadnim zemljama zbog visokih troškova života. Gotovo čitav budžet za "znanost i tehnologiju" Ministarstva prosvjete, kulture i znanosti, na primjer, odlazi na "hladan pogon" državnih sveučilišta u kojima je znanstvena produkcija znatno slabija nego na mnogo brojnijim privatnim sveučilištima. Naprotiv, Ministarstvo pošta i telekomunikacija, koje ima relativno mala sredstva za "znanost i tehnologiju" uspjelo je ostvariti visoku efikasnost uložnog novca, jer je financiralo programe znanstvenih istraživanja, a ne plaće zaposlenih u dva svoja instituta. Oni, naime, plaće dobivaju iz budžeta Agencije za znanost i tehnologiju.

Japanska je administracija ne samo vrlo skupa, već i neefikasna, konzervativna i često težak teret gospodarstvu i društvu. Upravo na području znanosti svaka je administracija slaba točka, a u Japanu mnogi znanstvenici vjeruju da je upravo birokracija najveća smetnja uspjehu japanske znanosti.

Na čelu piramide političko-birokratske mašinerije koja pretendira na vodeću ulogu u znanstvenoj politici zemlje je Vijeće za znanost i tehnologiju - desetočlani savjetodavni odbor kojem predsjedava japanski premijer. U njemu su gotovo svi članovi ministri, među kojima je najvažniji ministar financija. Jedini predstavnik znanosti u vijeću je predsjednik Znanstvenog vijeća Japana.

Znanstveno vijeće Japana je neobično tijelo. Taj svojevrsni "parlament znanstvenika" stvoren je 1948. godine kako bi vladi pomogao u provođenju društvenih i političkih reformi u zemlji koja je bila poražena u svjetskom ratu.

Članovi vijeća bili su ugledni vodeći japanski znanstvenici koji su imali snažan utjecaj na javno mnijenje i vladu, a tada slabo japansko gospodarstvo oslanjalo se na ovaj "trust mozgova".

No kako je Japan politički skretao u desno, a japanske privatne korporacije su ojačale, položaj "parlamenta znanstvenika" postepeno je počeo slabiti. Establišment je na ovo tijelo počeo gledati kao na "gnijezdo ljevičara", pa je Zakon o znanstvenom radu, revolucionarni dokument kojeg su sami znanstvenici dva puta predlagali parlamentu, odbačen od strane tada vladajuće Liberalno demokratske partije. Zakonski nacrt u kojem se je jamčila sloboda znanstvene misli i kojim se stvarao mehanizam za spriječavanje zloupotrebe znanosti, bio je odbačen 1962. i 1976. Tada je to bilo važno zbog tužnih iskustava japanskih znanstvenika u vrijeme drugog svjetskog rata kada su bili prisiljeni da se bave istraživanjima novih oružja među kojima su bile i prva u svijetu djelatna biološka oružja iskušana na zarobljenicima u Kini, ali i zbog užasa atomskih bombardiranja japanskih gradova koji su demonstrirali više nego bilo koje drugo iskustvo u povijesti kako znanost može umnožiti i razviti kapacitete razaranja i nanošenja neslućenih patnji.

Tako je Znanstveno vijeće ostalo nemoćno u odnosu na politiku i birokraciju, a mogućnosti znanstvenika da putem Vijeća utječu na visinu i raspodjelu sredstava za znanost ograničena je. Sveučilišta i instituti prisiljeni su da pojedinačno pregovaraju sa ministarstvima o svojim potrebama, pa umjesto kriterija znanstvene prirode u takvim pregovorima dominiraju kriteriji broja zaposlenih, zatečenih troškova i postepenog rasta budžeta u skladu sa rastom troškova "hladnog pogona". Tu je vrlo malo prostora za raspravu o financiranju programa, što znači da pregovore i u ime znanosti vode birokrati koji mogu "bolje" braniti interese instituta ili sveučilišta kao ustanove, od znanstvenika koji traže novac za programe istraživanja.

Rezultat takvog odnosa na dugi rok je da se iz državnih sredstava, osim u rijetkim iznimkama kao kod već spomenutog programa razvoja optičkih kablova, financira samo postojanje instituta. Za programe znanstvenih istraživanja sredstva se mogu namaknuti od gospodarstva, a ono je, dakako, uglavnom zainteresirano za primjenjenu znanost. Tako u Japanu najviše trpe istraživanja



Razvoj robota - i na tome se temelji japansko gospodarsko čudo

na polju fundamentalne znanosti, jer se za njih vrlo teško pronalaze sredstva.

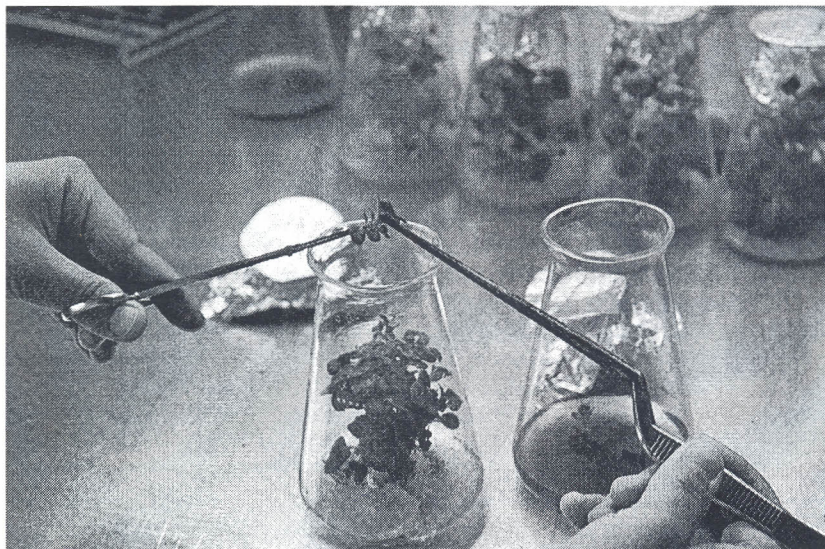
Čak ni brojke ne daju mnogo opravdanja za tumačenja o svemoćnoj japanskoj državnoj kontroli nad znanostu. Točno je da japanska ulaganja u znanost rastu, čak brže nego američka ili zapadnoevropska. No pravu istinu o tom rastu ne može se dokučiti dok se ne ustanovi s kojih su početnih pozicija trkači krenuli i od kada se taj rast počeo mjeriti. Jer još relativno nedavno, prije tri decenije, Japan je trošio vrlo malo novca na znanost. Danas Japan odvaja za znanost približno kao i druge razvijene zemlje, dakle oko 2 posto od ukupnog nacionalnog proizvoda. Konkretno to je oko 2,2 posto u Japanu, kao i u Britaniji, dok S.A.D. odvajaju oko 2,3 posto.

Od tog novca vlada daje znatno manje nego vlade razvijenih zemalja: samo 27,7 posto prema 51,1 posto u S.A.D. odnosno 51,7 u Velikoj Britaniji (podaci iz 1990. godine). Dakako, te brojke ne valja odmah olako tumačiti na štetu Japana, jer se značajan dio američkih i britanskih znanstvenih istraživanja odnosi na projekte iz područja obrane. No istina ni tu nije tako jednostavna da bi prebrisala sve razlike: Japan također troši novac za istraživanja na području obrane iako to rado prikriva, a američka istraživanja na polju obrane, pa čak i ona koja su izravno usmjerena na razvoj oružja, ipak se "prelijevaju" i u opću znanost i kasnije donose ploda i na području tehnologije i razvoja.

Čak i kada bi se mehanički odvojilo financiranje "čiste" znanosti od projekata na polju obrane, japanska vladina ulaganja u znanost ipak su manja (25,4 posto od ukupnih troškova znanosti) nego ulaganja vlada SAD (33,2 posto) ili Velike Britanije (31,6 posto).

Najveći dio troškova znanosti u Japanu (procjenjuju se na oko 6 milijuna milijuna jena odnosno 60 milijardi dolara godišnje) snosi japansko gospodarstvo. Efikasnost novca uloženog u "znanost" ne može se uspoređivati u pojedinim granama (na primjer robotika i sociologija), a jednako tako i u različitim zemljama. Ali ako za potrebe ovog razmatranja pretpostavimo da je ona manje-više jednaka, vrlo realna posljedica činjenice da veći dio računa za istraživanja i razvoj plaća industrija jest cilj i kvaliteta znanstvenog rada. Država ima svoje motive zbog kojih plaća znanstvenika, ali oni su ipak šire određeni. Industrija se neće mnogo baviti za nju efemernim problemima kvantne fizike. Ona od znanstvenika očekuje u prvom redu nešto "opipljivo", nešto što se može proizvesti i prodati, što povećava profit i vraća uloženi novac.

Ne treba pomisliti da su japanski gospodarstvenici neobrazovani i primitivni ljudi koji tjeraju doktore znanosti da riješe problem jeftinijeg i pouzdanijeg automobilskeg mjenjača, ali je posve jasno da se u Japanu znatno manje pažnje (i novca) poklanja fundamentalnim znanstvenim istraživanjima. To je



Biotehnologija - također važno polje istraživanja

samo jedna posljedica sistema koji se i danas ne mijenja u Japanu. Druga se može izraziti brojkama. Japan, zemlja sa 125 milijuna stanovnika, najduljim vijekom života, potpunom pismenošću (ostvarenom prije drugog svjetskog rata) i visokim obrazovnim profilom stanovništva koje pohađa 9 godišnju obaveznu školu, uspješnim i razvijenim gospodarstvom, ima upravo neznatan broj dobitnika Nobelovih nagrada za znanost. Ako se izuzme književnost i mir (dvije Nobelove nagrade), onda preostaju samo još četiri Nobelove nagrade za fiziku i kemiju. Mala Švicarska, Austrija, Danska ili Švedska s manje od deset posto japanskog stanovništva imaju nekoliko puta više nosilaca Nobelove nagrade u znanstvenim disciplinama. Pa i Hrvatska s manje od 5 milijuna stanovnika ima dvije Nobelove nagrade. Postigli su ih Hrvati koji su stvarali u inozemstvu, ali ni japanske Nobelove nagrade nisu sve postignute u japanskom okruženju. Najugledniji japanski nobelovac Leo Esaki svoju je nagradu "zaradio" u Sjedinjenim Državama.

Nisu, dakako, Nobelove nagrade jedino mjerilo doprinosa znanosti neke zemlje čovječanstvu. Ali niti izvan tog elitnog kruga japanski se znanstvenici ne mogu pohvaliti značajnim dostignućima na polju otkrića, izuma, teorija ili publikacija. Zatvoreni u svoje laboratorije, osuđeni da zadovoljavaju gospodarstvenike i slušaju birokrate, oni nemaju utjecaja čak ni na pravce vlastitih znanstvenih istraživanja. Točno je, doduše, da se u Japanu godišnje registrira više patenata nego u drugim zemljama, ali ti su patenti u najvećem dijelu unapređenja i poboljšanja tehnoloških rješenja, a

vrlo rijetko originalna dostignuća znanstvenog istraživanja.

Odnos znanosti i financijera, posebno u pogledu fundamentalnih istraživanja, nigdje nije posve sretno riješen. No malo gdje se u tolikoj mjeri, kao u Japanu, zanemaruje fundamentalna znanost u korist primjenjene. To je imalo nekog opravdanja šezdesetih i sedamdesetih godina kada je Japan usavršio svoju industrijsku politiku takozvane "obratne tehnologije" u kojoj se tuđi proizvod rastavljao da bi se došlo do tehnologije, pa zatim ponovno sastavljao i usavršavao sve do konačnog proizvoda: usavršene kopije koja je dovela japansku industriju do njezinog prvog uspjeha.

Frustrirani uspjesima japanskih "usavršenih kopija" zapadni su tehnološki giganti počeli smišljati načine zaštite. Oni su samo formalno u patentima i licencama, a osamdesetih godina, posebno u strateškim industrijama, počeli su se javljati u obliku "crnih kutija". To su nekad zaista bile "crne kutije", a kasnije su postali odvojeni segmenti, posebno u aeronautici, satelitskoj tehnici i kompjutorskim naputcima, koji se ne prodaju u obliku u kojem bi mogli biti rastavljeni i kopirani, već samo korišteni. No prije nego što se zaštita tehnologije u obliku "crnih kutija" usavršila, razvoj je donio bolju zaštitu. Vijek trajanja tehnoloških rješenja značajno je skraćen.

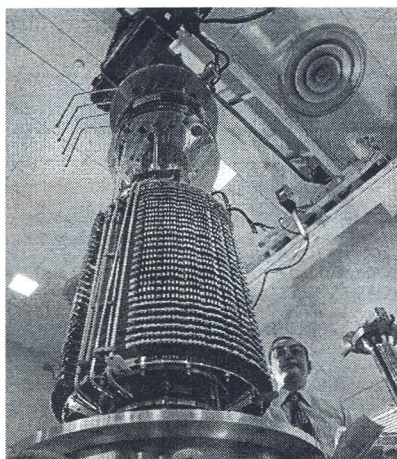
S današnjim ritmom razvoja znanosti pa i tehnologije ovisnost o tuđim istraživanjima i razvoja postaje vrlo opasna. Danas više nema vremena za "obratnu tehnologiju", jer je vijek nekog proizvoda znatno kraći. Za vrijeme dok

netko kopira i usavrši tuđu tehnologiju, najčešće je već na tržištu nova generacija, bolja i jeftinija, pa je za opstanak i uspjeh sve važnije posjedovati vlastiti razvoj. Japan to vrlo dobro zna i zato se danas okreće fundamentalnoj znanosti. Pri tome boluje od onih bolesti koje su druge razvijene zemlje već savladale u traženjima sistema financiranja i mjesta fundamentalne znanosti u društvu.

Japan "zna" da mora uhvatiti priključak na vrhunsku fundamentalnu znanost svijeta, jer će u protivnom početi gubiti osvojene pozicije u gospodarstvu i tehnologiji. Po svemu sudeći, danas još nema ni prave strategije pa čak ni pravog raspoloženja da to ostvari. Jedan od skupih pokušaja da se nacija (i privreda) uvjere u potrebu ulaganja u znanost koja ne donosi izravne profite bila je svjetska izložba *Expo 85* u japanskom "gradu znanosti" Tsukuba kraj Tokija. I sam "grad znanosti" je projekt koji je trebao stvoriti pandane snažnim angloamerikanskim znanstvenim proizvodima u svijetu. No dok je američka "silikonska dolina" nastala spontano, a veliki znanstveni pogoni kao što su MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) ili Ox-Cam (Sveučilišta u Oxfordu i Cambridgeu) izgrađivani vijekovima, Tsukuba i slični japanski projekti pokušaji su kraćeg puta i umjetnog stvaranja okruženja za znanstveni rad. Zasad u svojim nastojanjima Japan nije uspio pronaći pravi odgovor, jer ni japanska sveučilišta nisu uspjela postati značajna središta znanstvenih istraživanja, a "grad znanosti" Tsukuba još uvijek ima teškoća u stvaranju vlastitog identiteta.

Možda je najbolji primjer neuspjelog japanskog traženja modela koncentriranog fundamentalnog istraživanja bilo stvaranje prestižnog i izuzetno skupog projekta "Peta generacija" u Tokiju. Uz masivnu podršku japanske vlade i manje-više "dobrovoljnog" sudjelovanja cjelokupne japanske proizvodnje kompjutorske opreme, jedan je ugledni japanski znanstvenik, Kazuhiro Fuchi, dobio zadatak da okupi 'cvijet' japanske znanosti na projektu razvoja umjetne inteligencije. Početak projekta bio je travanj 1982. kada je službeno otvoren ICOT, Institut za novu generaciju kompjutorske tehnologije. Uz masivna ulaganja MITI-ja i svih giganata japanske kompjutorske industrije (Fujitsu, Hitachi, NEC, NTT) projekt je lansiran s vrlo složenim i ambicioznim zadatkom da dovede Japan na vrh svjetske tehnologije kompjutera. U razgovoru s autorom Fuchi je

1983. usporedio svoj ambiciozni cilj sa penjanjem na najviši vrh svijeta Everest. No deset godina kasnije ICOT je raspušten, a Japan nije došao ni blizu vrha. Potrošeno je mnogo novca i gotovo je nemoguće dobiti vjerodostojne podatke o ukupnim ulaganjima u projekt "Peta Generacija", ali cilj nije postignut, bar ne onakav kakav su Japanci vjerovali da mogu postići novcem i koncentracijom napora.



Nisu posve zanemarena niti fizikalna istraživanja

Kada se na znanost gleda sa šireg vidokruga onda novac uložen u ICOT nije bačen. Nobelovac Vladimir Prelog jednom je prilikom objasnio mladom novinaru da i istraživanje koje nije dalo pozitivnog rezultata ima svoju znanstvenu vrijednost. Podatak o tome da jedan put ne vodi k cilju pomoći će slijedećem istraživaču da ga ne ponavlja već da traži druge putove. I to je pouka koju Japan može očitati iz svojih kasnih nastojanja da pronađu kraticu do uspjeha u fundamentalnoj znanosti.

Niti na polju primijenjene znanosti Japan nije uvijek i bez ostatka postizao uspjehe kako to rado vjeruju apologeti "gospodarskog čuda". Dva su primjera za to izuzetno poučna. Prvi se odnosi na japanski brod na atomski pogon, a drugi na najveći tunel na svijetu koji zasjenjuje britansko-francuski "Chunnel", ali ne služi ničemu.

Japan je poznat u svijetu primjene atomske energije kao jedna od vodećih zemalja. Lišen prirodnih resursa energije, Japan više nego mnoge zemlje ovisi o nuklearnim elektranama i dalje ih gradi. Uz to Japan je pomorska zemlja sa snažnom i vrlo razvijenom brodogradnjom i velikom flotom. Ove dvije činjenice trebale bi značiti da će japanski projekt broda na atomski pogon biti izuzetno uspješan. Nažalost, to je krupna po-

greška. Japanski brod na atomski pogon "Mutsu" počeo se graditi ranih sedamdesetih godina kao prestižni državni projekt koji je ujedinio i veliku japansku industriju brodogradnje i proizvodnje opreme za nuklearnu energetiku. U taj je projekt uložen velik novac i to pretežno iz državnog budžeta. Brod je bio završen, ali nikad nije zaplovio, jer je ustanovljeno da ispušta radioaktivne tvari, nadograđivan je, tri puta mu je mijenjana matična luka, koštao je 20 puta više nego što je bilo planirano, ali administracija je odbijala priznati poraz čak i kada su znanstvenici priznali da je dalje ulaganje besmisleno. Sredinom osamdesetih jedan je od vodećih znanstvenika izjavio da je dalje ulaganje u "Mutsu" besmisleno jer čak i kada bi brod zaplovio, tehnologija na kojoj se zasniva toliko je zastarjela da bi bila podobna samo za muzej. Birokrati su, međutim, održavali projekt na financijskim "umjetnim plućima" još 4 godine prije nego što su ga otpisali.

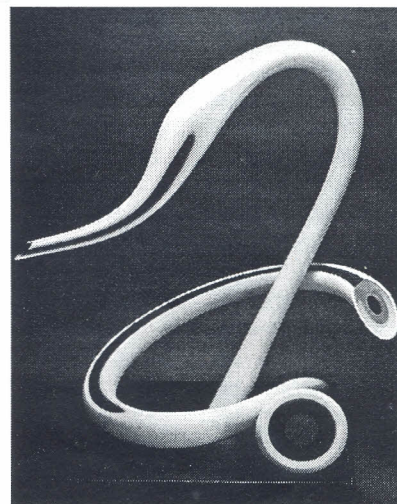
Možda je bušenje tunela pothvat ispod razine prestižne znanosti, ali tunel koji je više od 20 godina bušen između japanskih otoka Hokaido i Honšu sa svoja 52 kilometra duljine i dubinom od preko 300 metara ispod razine oceana, znatno je dulji i dublji od tunela ispod La Mansha. Tunel je bio pravo čudo znanosti i tehnologije, jer su na njemu iskkušane metode i tehnologije za više generacija sličnih graditeljskih pothvata. I njega je gradila i financirala birokracija, pa je besmisleno za sudbinu ovog ogromnog projekta kriviti znanost. Problem tunela je na neki način simbol upornosti i nepokolebljivosti birokracije. Kada je projektiran taj podmorski tunel promet ljudi i robe između glavnog japanskog otoka Honšu i sjevernog otoka Hokaido opravdavao je željeznički tunel. No kada je tunel konačno sagrađen, pokazao se posve nepotrebnim. Održavanje skupo tunela podiglo bi cijenu željezničkog prometa na razinu značajno višu od troškova bržeg i uhodanog zračnog prometa. I tako je operacija uspjela, a pacijent je umro. Danas je tunel ispod tjesnaca Tsugaru spomenik birokraciji - najskuplji na svijetu.

Mnogo više Japan očekuje od slijedećeg projekta kojeg također financira MITI. ERATO je kratica koja označava Ispitivačko istraživanje naprednih tehnologija, a sadrži multidisciplinarni pristup prema tako raznorodnim područjima kao što su ultra sitne čestice, amorfni i laminarni materijali, fini polimeri, savršeni kristali i biholoni. Pravi cilj projekta ERATO jest u stvari da raz-

bije restriktivne pravce organizacije istraživanja koji su uhvatili tako čvrsto korijenje u sveučilištima, vladinim institutima i laboratorijima privatnih tvrtki, ali je taj cilj daleko teže postići nego doći do samih znanstvenih rezultata. To priznaje sam direktor programa ERATO Genyo Chiba. On je za svoj projekt okupio samo mlade znanstvenike, mlade od 35 godina, pa čak i strance, a projekt nema vlastite laboratorije pa čak ni jedan centar, već se odvija u posuđenim prostorijama i iznajmljenim uređajima u raznim dijelovima zemlje, čime Chiba nastoji osigurati ono što u Japanu manjka: neovisnost istraživača i slobodu istraživanja.

Za Japan je to prava hereza, pa projekt boluje od teškoća i neshvaćanja, ali je upravo zato izuzetno zanimljiv. Ako Chiba uspije sa svojim projektom, razbit će mnoge predrasude i pomoći Japanu da nađe nove putove organizacije i financiranja znanstvenih istraživanja. Za tako moćnu zemlju, gospodarsku supersilu i jednu od zemalja koje će predvoditi svijet u dvadesetprvom stoljeću to su izuzetno značajni ciljevi. Zasad pokretanje projekta ERATO pokazuje samo da Japan ne treba precijenjivati niti podcjenjivati. I da nema gotovog modela koji se može bez ostatka prenositi u druge sredine, kao i da birokracija i znanost ne mogu uvijek uspješno surađivati, osobito ako je znanost podređena birokraciji, a društvo se tome uspješno ne suprotstavlja.

Zato Japan, bar što se znanosti tiče, još nije u dvadesetprvom stoljeću. Bit će to tek kada uspješno riješi pitanja odnosa fundamentalne znanosti i primjene tehnologije i kada se riješi tereta ovisnosti o tuđim fundamentalnim istraživanjima kao i neriješenog pitanja financiranja znanosti.



Znanost i mladi

Projekt "E-škola": biologija

Toni Nikolić

Računalne mreže u svakodnevnom životu stručnjaka i znanstvenika postaju sve snažniji alat i oslonac. Lakoća i brzina komunikacije, uporaba različitih informacijskih medija te mreža kao sredstvo prijenosa znanja i podataka čine tu tehnologiju iznimno važnom i značajnom

"E-škola" Hrvatskoga prirodoslovnoga društva koristit će računalne mreže kao osnovnu infrastrukturu za svoj rad; cilj joj je učinkovita potpora nadarenim učenicima širom Hrvatske u razvijanju vlastitih talenata i sposobnosti olakšavanjem komuniciranja s akademskim središtem u Zagrebu. A kad je riječ o određenom području prirodoslovja, o biologiji, ta potpora je zamišljena na sljedeći način:

Komunikacijske razine

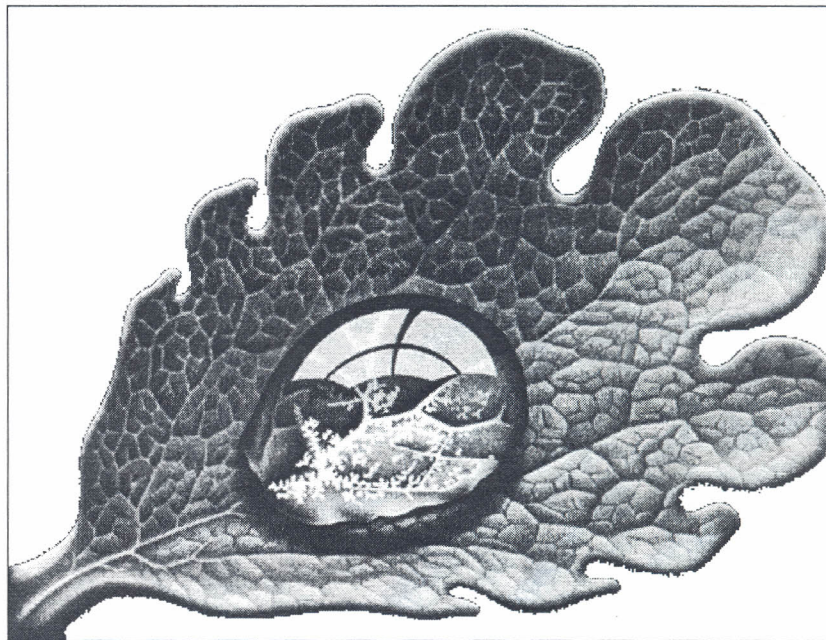
"E-škola biologije" predviđa uporabu svim mogućnosti računalnih mreža, CARNet i Internet. U osnovi leži dio komunikacije kojim upravljaju sami učenici:

- uporaba posebnog WWW (World Wide Web) servisa stvorenog upravo za područje biologije i namijenjenoga učenicima da im posluži kao osnovna polazišna stranica; servis mora nuditi opću informaciju o E-školi, tehničke upute o korištenju različitih mrežnih usluga, pa pregled pojedinih podpodručja biologije te izbor sveza na odgovarajuće baze i servise u zemlji (osobito na onaj Hrvatskoga informacijskoga servisa za biološku raznolikost i za okoliš) i u svijetu;

- uporaba baza podataka općega tipa (kao što su bibliografske baze podataka) kao i onih posebnih kakva je, primjerice, CROFlora (baza podataka o flori u Hrvatskoj).

Aktivna komunikacija učenik/nastavnik, s jedne strane, i administrator "E-škole biologije" - znanstvenik, s druge, osigurana je primjenom:

- "E-maila" ili elektroničke pošte kojom učenici postavljaju pitanja koja ih interesiraju i na njih dobivaju odgovore kompetentnog stručnjaka ili pak međusobno komuniciraju i surađuju;



- FTP protokola kojim učenik može svoj rad uputiti na kritičko čitanje i primjedbe mentora, kao i preuzimati potrebne i korisne materijale s lokalnog ili kojeg drugog FTP servera i sl.;

- prigodne "NEWS" grupe kao mjesto, otvoreno razmjeni mišljenja i raspravi;

- obrazovnih i analitičkih računalnih programa za obradu konkretnih problema i podataka; takvi specijalizirani programi (modeli, statistika, kartografija, baze i sl.) obavljali bi svoju zadaću na centralnom ili lokalnom računalu, ovisno o namjeni i potrebama.

Učenički radovi

Najrazvijenija i najodređenija primjena "E-škole" svakako je vođenje ciljnih učeničkih radova intenzivnom komunikacijom mentor-znanstvenik > - < mentor-nastavnik/učenik ili skupina učenika. Radovi takvog tipa mogu biti namijenjeni: izradi maturalnih radnji, sudjelovanju na lokalnim i državnim natjecanjima iz biologije ili, jednostavno, zadovoljavanju radoznalosti i ostvarivanju učeničkih istraživačkih potencijala.

Moguća područja rada u biologiji kao u izrazito heterogenoj disciplini su

brojna. Navodim samo neka koja se mogu "E-školom" provesti u djelo:

- fenološka promatranja;
- izrada popisa lokalne flore i faune;
- izrada atlasa rasprostranjenosti;
- palinološka uzorkovanja;
- sudjelovanje u izradi CROFlora baze podataka;
- kartiranje biotopa;
- analiza fenotipske plastičnosti određenog organizma;
- taksonomski problemi ... i drugo.

Rješavanje infrastrukture je u tijeku, timovi su formirani, škole odabrane, a učenici spremni. Možemo početi!

"E-škola biologije" Hrvatskoga prirodoslovnoga društva

voditelj: dr. Toni Nikolić

Botanički zavod, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Marulićev trg 20/2, HR-10 000 ZAGREB, telefon 01/410-463, telefaks 01/419-295,

E-mail: tnikolic@public.srce.hr

Gödelovi teoremi

Zvonimir Šikić

1. Što tvrde Gödelovi teoremi o nepotpunosti

Zamislimo skup svih propozicija koje su izrazive u nekoj deduktivnoj teoriji. Neke od njih su istinite, a one preostale su neistinite. Idealna deduktivna teorija bila bi ona u kojoj ne bi bila dokaziva nijedna neistinita propozicija, ali bi bile dokazive sve (u njoj izrazive) istinite propozicije. Gödelov 1. teorem o nepotpunosti tvrdi da nijedna dovoljno jaka deduktivna teorija nije u tom smislu idealna. (Deduktivne teorije koje obuhvaćaju elementarnu teoriju brojeva "dovoljno su jake".) Naime, iz Gödelovog 1. teorema slijedi da svaka korektna¹⁾ i dovoljno jaka deduktivna teorija uvijek sadrži odgovarajuću propoziciju **G** (tzv. Gödelovu propoziciju) koja je istinita ali u toj teoriji nije dokaziva. Naravno, negacija te propozicije **-G**, koja je neistinita, također nije dokaziva u toj teoriji (vidi sliku).

ISTINITE	NEISTINITE
G •	• - G
DOKAZIVE	

Gödel se u svojem izvornom doka-
zu 1. teorema (Gödel, 1931) zapravo i
ne poziva na pojam istinitosti, nego
dokazuje da svaka dovoljno jaka de-
duktivna teorija, koja je ω -konzistent-
na²⁾, uvijek sadrži odgovarajuću pro-
poziciju **G** takvu da ni ona ni njezina
negacija **-G** nisu dokazive u toj teoriji
(vidi sliku).

G •	• - G
DOKAZIVE	

Gödelov 2. teorem o nepotpunosti
tvrdi da svaka korektna dovoljno jaka
deduktivna teorija uvijek sadrži odgo-
varajuću propoziciju **Con**, kojom se iz-

ražava konzistentnost deduktivne teo-
rije u njoj samoj, te da ta propozicija,
iako je istinita, u toj teoriji nije dokaziva
(vidi sliku).

ISTINITE	NEISTINITE
• Con	
DOKAZIVE	

Ni u dokazu svojeg 2. teorema
Gödel se ne poziva na pojam istinitos-
ti, nego dokazuje (Gödel, 1931)³⁾ da
svaka dovoljno jaka deduktivna teo-
rija, koja je ω -konzistentna, uvijek sadrži
odgovarajuću propoziciju **Con** koja ni-
je dokaziva u toj teoriji (vidi sliku).

• Con	
DOKAZIVE	

Formulacije teorema nepotpunosti
koje spominju pojam istinitosti uveo je
Tarski. Te su formulacije neposredne
posljedice izvornih Gödelovih teorema
i Tarskijeve definicije pojma istinitosti
(usp. dalje). Sam Gödel nije se pozi-
vao na pojam istinitosti, jer je taj pojam
izuzetno problematičan.

2. Što je istina

Što znači da je neka propozicija is-
tinita? To znači da jest tako kako ona
tvrdi. Ovaj jednostavni odgovor nalazi-
mo još kod Aristotela, a ponavljali su
ga mnogi od Aristotela do Tarskog.
(Taj odgovor je u temelju tzv. teorije ko-
respodencije.) Primjerice, propozicija
"Snijeg je bijel" je istinita ako i samo
ako snijeg jest bijel.

"SNIJEG JE BIJEL" JE ISTINITA \Leftrightarrow
SNIJEG JE BIJEL

Istaknuta ekvivalencija je valjana
definicija istinitosti propozicije "Snijeg
je bijel". Međutim, ono što tražimo nije
definicija istinitosti pojedine propozici-
je, nego je to definicija općeg pojma
istinitosti **Ist**, koji će se moći valjano
primijeniti na svaku propoziciju iz od-
ređenog skupa propozicija (npr. sku-

pa propozicija koje su izrazive u nekoj
deduktivnoj teoriji). To znači da iz defi-
nicije pojma **Ist** moraju slijediti ekviva-
lencije oblika

Ist 'A' \Leftrightarrow A,

za cijeli jedan skup propozicija **A**. Tar-
ski je definirao takav opći pojam **Ist** za
skup aritmetičkih propozicija **A**, ali u
okviru jezika teorije skupova koji bitno
proširuje jezik aritmetičkih propozicija
(Tarski, 1931 i 1935). To nije bilo slučaj-
no.

Razmotrimo sljedeće propozicije,
koje izriče Krećanin Epimenid:

(K) **Krećani uvijek lažu.**

(L) **Ja sada lažem.**

Ako je propozicija K istinita onda
jest tako kako ona tvrdi, pa je zato
neistinita. Dakle, propozicija K nije isti-
nita. To smo dokazali bez ikakvog em-
pirijskog istraživanja konkretnih propo-
zicija koje izriču Krećani, što je para-
doksno. Naime, empirijska situacija
u kojoj su sve ostale izjave Krećana
doista lažne odmah dovodi do para-
doksna, jer tada iz neistinitosti propozi-
cije K slijedi njezina istinitost. (Zamisli-
mo li, osim toga, empirijsku situaciju u
kojoj je Epimenid jedini Krećanin, a
propozicija K jedina propozicija koju je
on izrekao, dolazimo do paradoksa
koji je iste vrste kao onaj koji generira
propozicija L; usp. dalje.)

Paradoksalnost propozicije L još je
očitiya. Ako je ona istinita, onda jest ta-
ko kako ona tvrdi, pa je zato neistinita.
Ako je ona neistinita, onda nije tako
kako ona tvrdi, pa je zato istinita.

Russell, Tarski i mnogi drugi sma-
trali su da je problem ovakvih propozi-
cija u samoreferiranju, tj. u tome da
one govore o sebi samima. Primjerice,
paradoksalnost propozicije L proizlazi
iz činjenica da ona sama o sebi govori
da nije istinita. Dakle, za nju vrijedi

L \Leftrightarrow - Ist 'L'

Osim toga vrijedi i

L \Leftrightarrow Ist 'L'

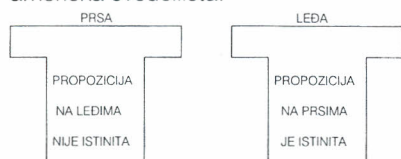
jer to vrijedi za svaku propoziciju (usp.
gore). No, uokvirene ekvivalencije evi-
dentno su kontradiktorne.

Tarski je zato odbacio mogućnost
definiranja općeg pojma istine za pro-
pozicije nekog jezika u samom tom je-

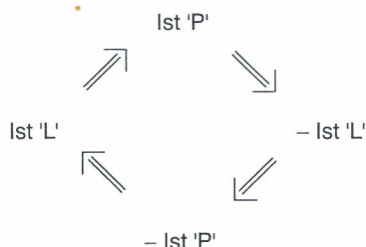
ziku. Istinitost propozicija objektnog jezika J_0 definira se tek u proširenom metajeziku J_1 . Dakle, jezik J_1 sadrži pojam Ist_0 koji se odnosi (samo) na propozicije jezika J_0 . Ako želimo definirati pojam Ist_1 , koji se odnosi na propozicije metajezika J_1 , moramo prijeći u još obuhvatniji metametajezik J_2 itd.

OBJEKTNI JEZIK	META JEZIK	METAMETA JEZIK	
J_0	J_1	J_2	...
	(Ist_0)	(Ist_1)	

U ovakvoj hijerarhiji jezika ne može doći do samoreferiranja kakvo nalazimo u propoziciji L, pa ni do složenijih "kružnih" samoreferiranja kakva nalazimo na T-majicama što ih prodaju neka američka sveučilišta:



Lako je utvrditi da su propozicije na prsima (P) i leđima (L), uzete zajedno, paradoksalne. Naime, to se neposredno vidi iz sljedećeg kruga evidentnih implikacija:



Primijetimo, međutim, da je teorija istine koju nam nudi Tarski prilično radikalna u svojim zabranama. Uobičajena uporaba pojma istinitosti u prirodnim jezicima gotovo nikada ne udovoljava njegovim zabranama. Primjerice, g. Jones ne bi smio izjaviti da većina Nixonovih izjava o Watergateu niti jest niti će ikada biti istinita jer se može desiti da će Nixon u jednoj od svojih izjava o Watergateu spomenuti i tu njegovu izjavu, čime se stvara "zli krug" samoreferiranja koji ruši hijerarhiju Tarskog. Svakodnevni govor o istini i laži "à la Tarski" gotovo je nemoguć. Stoga se čini da je odbacivanje svakog samoreferiranja i svakog kružnog samoreferiranja prestroga zabrana. Možda bi se mogao naći i neki



Kurt Gödel

blaži kriterij koji bi još uvijek isključivao paradoksalne propozicije.

Međutim, Kripke je jasno upozorio (Kripke, 1972) da je prirodni govor o istini i laži gotovo uvijek u opasnosti da bude paradoksalan, te da to ne ovisi samo o strukturi propozicija koje izričemo, nego još češće o empirijskim situacijama u kojima ih izričemo. Razmotrimo, primjerice, sljedeće propozicije koje izriču g. Jones i predsjednik Nixon:

Jones: Većina Nixonovih izjava o Watergateu je neistinita.

Nixon: Sve Jonesove izjave o Watergateu su istinite.

Ako su sve Jonesove izjave o Watergateu istinite, te ako je omjer Nixonovih istina i laži o Watergateu točno pola pola, onda su te dvije propozicije paradoksalne. (Situacija je tada analogna onoj na T-majicama.) U svakoj drugoj empirijskoj situaciji te su propozicije potpuno benigne. Ovakvi problemi pojam istinitosti i dalje čine teško razumljivim pojmom.⁴⁾

Ipak, na razini pojedinih deduktivnih teorija hijerarhizirana teorija istine Alfreda Tarskog sasvim dobro funkcionira. On je primjerom pokazao kako se pojam aritmetičke istine, dakle istine u jeziku aritmetike J_0 , može precizno definirati u obuhvatnijem jeziku teorije skupova J_1 . No, da bismo bolje razumjeli daljnja razmatranja potrebno je nešto detaljnije objasniti što je deduktivna teorija.

3. Što je deduktivna teorija

Svaka deduktivna teorija formulirana je u odgovarajućem jeziku. Na primjer, aritmetika (elementarna teorija brojeva) formulirana je u jeziku aritmetike.

Nelogički elementi jezika su:

(1) Imena objekata kojima se teorija bavi; u slučaju aritmetike to su brojevi 0,1,2,3, itd.

(2) Imena operacija (unarnih, binarnih itd.) koje objekte prevode u objekte; u slučaju aritmetike to su npr. unarna operacija generiranja sljedbenika ('),

binarna operacija zbrajanja (+), binarna operacija množenja (\cdot), itd.

(3) Predikati (jednomjesni, dvomjesni, itd.) kojima se izriču svojstva objekata i odnosi među objektima; u slučaju aritmetike to su npr. biti prost (Pr), biti identičan sa⁵⁾ ($=$), biti manje od ($<$), biti djelitelj od ($|$), itd.

Nelogički elementi jezika omogućuju izgradnju jednostavnih rečenica tog jezika. Takve su, na primjer, sljedeće rečenice jezika aritmetike:

$$Pr(5 \cdot 4 + 3) \quad 5 + 3 = 4 \cdot 2 \\ 7 | 13 \quad 4 + 9 < 8 \cdot 6$$

(Primijetimo, usput, da prve dvije rečenice izriču istinite aritmetičke propozicije, dok druge dvije izriču neistine.)

Logički elementi jezika su:

(4) Negacija (\neg), te logički veznici "i" ($\&$), "ili" (\vee), "ako onda" (\rightarrow), itd.

(5) Univerzalni kvantifikator "za svaki" (\forall), partikularni kvantifikator "za neki" (\exists), uz varijable (tj. zamjenice) x, y, z , itd.

Logički elementi jezika omogućuju izgradnju složenih rečenica tog jezika. Takve su, na primjer, sljedeće rečenice jezika aritmetike:

$$\neg Pr(3) \vee 3 < 0 \quad \forall x (x < 0) \\ \forall x \exists y (x < y) \quad \forall x \forall y \exists z (x | z \& y | z)$$

(Primijetimo, usput, da prve dvije rečenice izriču neistinite aritmetičke propozicije, dok druge dvije izriču istinite.)⁶⁾

Naravno, jezik⁷⁾ deduktivne teorije još ne čini samu tu teoriju. Za nju su još potrebni aksiomi i logička pravila zaključivanja pomoću kojih se iz aksioma izvode (i tako dokazuju) teoremi te teorije.

Naprimjer, neki od aksioma aritmetike su:

$$\forall x \exists y (x < y) \quad \neg \exists x (x < 0) \text{ itd.}$$

Neka od logičkih pravila zaključivanja su:

$$\frac{A \quad A \rightarrow B}{B} \quad \frac{\forall x A(x)}{A(t)} \text{ itd.}$$

Dakle, deduktivna teorija je potpuno određena kada su određeni njezin jezik, njezini aksiomi i njezina pravila zaključivanja. Sve one propozicije koje se u jeziku teorije mogu izvesti iz njezinih aksioma, pomoću njezinih pravila zaključivanja, dokazive su propozicije te teorije. Kraće ih zovemo teoremima te teorije.

Među deduktivnim teorijama razlikujemo dvije osnovne vrste. U prvu vrstu spadaju teorije koje opisuju jednu strukturu i njihov je krajnji cilj doka-

zivanje svih istina o toj jednoj strukturi. Takva je, na primjer, deduktivna aritmetika koja opisuje strukturu prirodnih brojeva i čiji je krajnji cilj dokazivanje svih istina o toj strukturi (tj. svih istina o prirodnim brojevima)⁸⁾. U drugu vrstu spadaju teorije koje opisuju više struktura (cijelu klasu struktura) i čiji je krajnji cilj dokazivanje svih onih istina koje vrijede u svim strukturama te klase. Takva je, na primjer, teorija abelovih grupa koja opisuje cijelu klasu grupa i čiji je krajnji cilj dokazivanje svih onih istina koje vrijede u svim grupama te klase. Prirodoslovne teorije, ukoliko su uopće formulirane kao deduktivne teorije, spadaju u prvu vrstu jer je njihov predmet jedna jedina struktura, u ovom slučaju sama priroda. Nas će zanimati deduktivne teorije prve vrste.

4. Što tvrdi Gödelov teorem o potpunosti

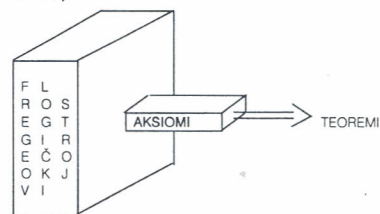
Deduktivna teorija, kako smo je definirali u prethodnom odjeljku, može promašiti svoj krajnji cilj zbog nedostatnosti svojih aksioma ili pak zbog nedostatnosti svojih pravila zaključivanja. Povijest matematike, od Euklidovih Elementa do Dedekindove⁹⁾ konačne aksiomatizacije aritmetike (Dedekind, 1888), pokazuje koliko je teška bila potraga za dostatnom aksiomatizacijom temeljne matematičke strukture prirodnih brojeva. Povijest logike, od Aristotelovog Organona do Booleovih Zakona mišljenja (Boole, 1854), pokazuje kako se teško dolazi do dostatnog sustava logičkih pravila zaključivanja. Booleov sustav logičkih pravila, iako neizmjereno bogatiji od Aristotelovog, još je uvijek bio nedostatan za izvođenje teorema većine matematičkih teorija.

Frege je bio prvi koji je sustav logičkih pravila zaključivanja pokušao destilirati iz matematičke prakse¹⁰⁾. Zahvaljujući tome uspio je doći do dostatnog sustava logičkih pravila (Frege, 1879), koji je ugradio u svoj deduktivni sustav elementarne i više aritmetike (Frege, 1893 - 1903). Taj se deduktivni sustav pokazao kontradiktornim u Fregeovom dodatnom pokušaju da ga učini čisto logičkim, tj. u pokušaju da sve aritmetičke pojmove definira pomoću logičkih pojmova, te da sve aritmetičke aksiome izvede iz logičkih pravila. Bez obzira na taj specifični neuspjeh, Fregeov logički sustav (Frege, 1879) najznačajniji je korak lo-

gike od njezina utemeljenja u Organonu. Naime, Russell i Whitehead su primjerom pokazali (Whithead & Russell, 1910-1913) kako se uz pomoć Fregeovih pravila zaključivanja sva poznata matematika može izvesti iz svega nekoliko aksioma. Time je empirijski potvrđena dostatnost Fregeovih pravila zaključivanja.

Ta empirijska potvrda još nije dokaz da se svaki (poznati ili nepoznati) logički valjani izvod može realizirati pomoću Fregeovih pravila zaključivanja. To je dokazao tek Gödel svojim teoremom o potpunosti (Gödel, 1929 i 1930). Teorem tvrdi da Fregeova logička pravila zaključivanja¹¹⁾ iz zadanih aksioma uvijek generiraju **sve** njihove logičke posljedice. Naravno, Gödelov teorem o potpunosti ima smisla tek onda ako je pojam logičke posljedice definiran neovisno o pravilima zaključivanja; inače bi bio puka tautologija. Zametak takve neovisne definicije nalazimo kod Bolzana, a njezina novija povijest uključuje imena Bernaysa, Hilberta, Gödela (1929 i 1930), Tarskog (1936), Kemenyja i Henkina. Jednostavno je možemo formulirati na sljedeći način: Propozicija **P** je logička posljedica propozicija (npr. aksioma) A_1, A_2, A_3, \dots ako u svakoj strukturi u kojoj vrijede A_1, A_2, A_3, \dots nužno vrijedi i **P**; drugim riječima, ako svaka struktura koja modelira propozicije A_1, A_2, A_3, \dots nužno modelira i propoziciju **P**.

Dakle, ponovimo to još jednom, Fregeova logička pravila su potpuna, jer primijenjena na bilo koji skup aksioma sigurno generiraju **sve** njihove logičke posljedice. Zamislimo li Fregeova pravila kao fiksni logički stroj u koji se umeću aksiomi (v. sl. 5), onda svaku deduktivnu teoriju možemo zamišljati kao strojni generator svih teorema koji su logičke posljedice umetnutih aksioma. (Činjenicu da je propozicija **T** teorem određene deduktivne teorije označavat ćemo sa $\vdash T$, u skladu sa sl. 5.)



Povežemo li Gödelov teorem o potpunosti s njegovim 1. teoremom o ne-

potpunosti, lako ćemo zaključiti da je nepotpunost korektnih i dovoljno jakih deduktivnih teorija uzrokovana nepotpunošću njihovih aksioma. Kratko bismo mogli reći da su korektne i dovoljno jake deduktivne teorije logički potpune i faktički nepotpune. (Tu činjenicu još jasnije ističe Skolem-Löwenheimov teorem (Skolem, 1919 i Löwenheim, 1915). Taj teorem tvrdi da svaki skup aksioma, kojim želimo karakterizirati strukturu s beskonačno mnogo objekata (kakva je na primjer temeljna matematička struktura prirodnih brojeva) nužno vrijedi i u mnogim drugim strukturama, koje su bitno različite od strukture koju želimo karakterizirati. Drugim rečima, deduktivne teorije prve vrste, koje bi trebale karakterizirati jednu jedinu strukturu (usp. kraj 3. odjeljka), zapravo nisu moguće.)

4. Kako se dokazuje nepotpunost

Svaka deduktivna teorija zapravo je stroj za geneiranje teorema. Ako je takav stroj korektan i dovoljno jak onda je on faktički nepotpun, iako je logički potpun. Zašto je to tako pokazat će nam jedan jednostavni primjer faktički nepotpunog stroja, koji je tipičan (usp. Quine, 1946 i Smullyan, 1992).

Zamislimo stroj koji printa nizove simbola, $-$, P i d , koje ćemo zvati izrazima. Na primjer, $Pd-$, d , $--d$ i $P-$ su izrazi. Stroj ih printa u diskretnim vremenskim razmacima, koje ćemo zvati trenucima. Dakle, ako stroj u 1. trenutku printa izraz $Pd-$, u 2. trenutku izraz d , u 3. trenutku izraz $--d$ i u 4. izraz $P-$, onda rezultat njegovoga rada nakon prva četiri trenutka izgleda ovako:

4	3	2	1
$P-$	$--d$	d	$Pd-$

Izrazi oblika

- (1) PX , (2) $-PX$,
(3) PdX , (4) $-PdX$,

gdje je X bilo koji izraz, imaju sljedeća značenja¹²⁾:

- (1) Izraz oblika PX znači da stroj printa (printao je, printati će) izraz X .
(2) Izraz oblika $-PX$ znači da stroj ne printa izraz X .

Prije no što definiramo značenja izraza koji su oblika (3) i (4) potrebno je definirati značenje dijagonalizacije d . Dijagonalizacija dX izraza X je izraz XX . Na primjer, dijagonalizacija $d-Pd$ izraza $-Pd$ je izraz $-Pd-Pd$.

(3) Izraz oblika PdX znači da stroj printa dijagonalizaciju izraza X .

(4) Izraz oblika $-PdX$ znači da stroj ne printa dijagonalizaciju izraza X .

Izraze oblika (1) - (4) zvati ćemo P -rečenicama. Dakle, stroj (između ostalog) printa P -rečenice koje govore o tome što on printa, tj. stroj je samoreferirajući. Postavlja se pitanje, je li moguće konstruirati stroj koji bi bio **korektan**, tj. ne bi printao neistinite P -rečenice, i koji bi uz to bio **faktički potpun**, tj. prije ili kasnije otprintao bi sve istinite P -rečenice. Odgovor je negativan:

AKO JE STROJ KOREKTAN
ONDA JE NEPOTPUN.

Razmotrimo, naime, P -rečenicu $-Pd-Pd$. Budući da je ona dijagonalizacija od $-Pd$, lako se vidi da vrijede sljedeće ekvivalencije:

Rečenica $-Pd-Pd$ je istinita. \leftrightarrow Stroj ne printa dijagonalizaciju od $-Pd$. \leftrightarrow Stroj ne printa rečenicu $-Pd-Pd$.

Dakle, imamo dvije mogućnosti:

1. Rečenica $-Pd-Pd$ je istinita i stroj je ne printa.
2. Rečenica $-Pd-Pd$ nije istinita i stroj je printa.



Kurt Gödel i Albert Einstein

Ako je stroj korektan, onda druga mogućnost ne dolazi u obzir, pa preostaje samo prva mogućnost, tj. stroj je faktički nepotpun. (Uočimo da ključna P-rečenica ovoga dokaza, **-Pd-Pd**, sama o sebi govori da nije printana.)

Ovakav dokaz faktičke nepotpunosti možemo ponoviti za svaku deduktivnu teoriju (stroj), ako je ona korektna i dovoljno jaka u sljedećem smislu:

I. Teorija sadrži rečenice koje govore o dokazivosti njezinih rečenica.

II. Teorija sadrži funkciju dijagonaliziranja koja omogućuje izgradnju konkretne Gödelove rečenice **G**, koja sama o sebi govori da nije dokaziva.

Naime, sada "printan" postaje "dokaziv", P-rečenice postaju rečenice o dokazivosti, konkretna rečenica **-Pd-Pd** (koja sama o sebi govori da nije printana) postaje konkretna Gödelova rečenica **G** (koja sama o sebi govori da nije dokaziva).

Gödel je zapravo dokazao da deduktivna teorija koja sadrži elementarnu aritmetiku ima svojstva I. i II. Najprije je svakom izrazu **J**, izgrađenom od logičkih i nelogičkih elemenata teorije, pridružio njegov broj '**J**' koji je ime tog izraza u samoj teoriji. To se pridruženje zove Gödelovom numeracijom. Budući da teorija obuhvaća elementarnu aritmetiku, ona sadrži rečenice koje izriču tvrdnje o brojevima i koje pomoću Gödelove numeracije postaju tvrdnje o izrazima. Neke od tih rečenica izriču da nešto jest rečenica, neke da nešto jest aksiom, ... , neke da je nešto dokaz neke rečenice. Gödel je pokazao kako se svaki od navedenih predikata: **R_x** (**x** je rečenica), **A_x** (**x** je aksiom), ... , **yD_x** (**y** je dokaz od **x**), može definirati unutar deduktivne teorije, u tom smislu da je

$$\vdash Rn \leftrightarrow n \text{ je Gödelov broj rečenice}$$

$$\vdash An \leftrightarrow n \text{ je Gödelov broj aksioma}$$

...

$$\vdash mDn \leftrightarrow m \text{ je Gödelov broj niza rečenica koje čine dokaz rečenice čiji je Gödelov broj } n$$

To je bio najstrožiji dio Gödelovog dokaza nepotpunosti¹³. Kada je definiran dvomjesni predikat **D**, lako je definirati jednomjesni predikat dokazivosti **Dok**, na sljedeći način:

$$Dok\ x \leftrightarrow \exists y(yDx)$$

Time je potvrđeno I. svojstvo deduktivne teorije.

Gödel je potom aritmetički definirao funkciju dijagonaliziranja **d**, da bi

pomoću nje, na sljedeći način, izgradio rečenicu **G**:

$$G = -Dok\ d('Dok\ d(x'))$$

Nije bilo teško dokazati¹⁴ da za tu rečenicu vrijedi

$$\vdash (G \leftrightarrow -Dok\ 'G'),$$

tj. da ona sama o sebi tvrdi da nije dokaziva, te da je to dokazivo u samoj teoriji (uočite znak \vdash u gornjoj formuli). Time je potvrđeno II. svojstvo deduktivne teorije.

Nakon toga se dokaz nepotpunosti može provesti analogno dokazu faktičke nepotpunosti ranije opisanog stroja. Gödelov je dokaz bio nešto složeniji, jer se on nije htio pozvati na pojam istinitosti¹⁵, kojim smo se mi koristili u gornjem dokazu. (Zato u izvornom Gödelovom teoremu ne nailazimo na korektnost kao jedan od uvjeta nepotpunosti, nego je taj uvjet ω -konzistentnost.)

Gödelov 2. teorem o nepotpunosti može se dokazati tako da se dokaz 1. teorema, koji je dokaz jedne tvrdnje o deduktivnoj teoriji, reproducira u samoj toj teoriji. Dakle, može se dokazati da je u samoj teoriji dokazivo da iz konzistentnosti teorije slijedi njezina nepotpunost, (tj. nedokazivost Gödelove rečenice **G**):

$$\vdash (Con \leftrightarrow -Dok\ 'G')$$

S druge strane, ako bi se konzistentnost teorije mogla dokazati u samoj teoriji vrijedilo bi

$$\vdash Con$$

Iz te bi dvije činjenice slijedilo $\vdash -Dok\ 'G'$, tj. $\vdash G$ (jer $G = -Dok\ 'G'$), što je u suprotnosti s 1. teoremom o nepotpunosti, koji dokazuje da ne vrijedi $\vdash G$. To znači da je pretpostavka o dokazivosti konzistentnosti bila pogrešna. Dakle, konzistentnost teorije nije dokaziva u samoj teoriji.¹⁶

$$\nvdash Con$$

Naravno, pretpostavka je svakog dokaza 2. teorema da konzistentnost teorije možemo izraziti u samoj teoriji (rečenicom koju smo označili s **Con**). To je neposredna posljedica izrazivosti predikata dokazivosti **Dok**, jer konzistentnost znači nedokazivost kontradikcije oblika **A & -A**, koju kraće označavamo sa \perp . Dakle,

$$Con = -Dok\ '\perp'$$

5. Što još znamo o dokazivosti

Vidjeli smo da ključnu ulogu u dokazu nepotpunosti neke dovoljno jake teo-

rije ima Gödelova rečenica **G** koja sama o sebi tvrdi da nije dokaziva u toj teoriji. Gödel je dokazao da ona u toj teoriji nije dokaziva, što znači da je istinita.

Henkin je 1952. postavio pitanje što je s rečenicom **H** koja, u dovoljno jakoj teoriji, sama o sebi tvrdi da je dokaziva u toj teoriji¹⁷:

$$\vdash (H \leftrightarrow Dok\ 'H').$$

Iz Löbovog teorema slijedi da je takva rečenica uvijek dokaziva u toj teoriji (Löb, 1955). Naime, Löb je rješavajući Henkinov problem dokazao da za svaku rečenicu **A** vrijedi

$$(L) \quad \vdash (Dok\ 'A \rightarrow A) \Rightarrow \vdash A.$$

Kreisel je 1965. dokazao da je Gödelov 2. teorem o nepotpunosti neposredna posljedica Löbovog teorema. Naime, po Löbovom teoremu vrijedi implikacija:

$$\vdash (Dok\ '\perp \rightarrow \perp) \Rightarrow \vdash \perp,$$

čija je konzekventa u suprotnosti s konzistentnošću teorije (jer konzistentnost znači da nije $\vdash \perp$). Dakle, njezina antecedenta ne vrijedi:

$\nvdash (Dok\ '\perp \rightarrow \perp)$ tj. $\nvdash -Dok\ '\perp'$, jer $Dok\ '\perp \rightarrow \perp$ znači $-Dok\ '\perp'$. (Činjenica da iz **A** slijedi kontradikcija znači da nije **A**, tj. $A \rightarrow \perp$ znači $-A$.) Budući da je $-Dok\ '\perp' = Con$, dobili smo 2. Gödelov teorem:

$$\nvdash Con.$$

Kripke je 1965. dokazao da vrijedi i obrat, tj. da je Löbov teorem posljedica 2. Gödelovog teorema. S vremenom su dokazana i mnoga druga svojstva **dokazivosti u dovoljno jakim deduktivnim teorijama**. Sva ta svojstva uvijek su se uspjela reducirati na nekoliko temeljnih svojstava, koja je formulirao Löb i koja se stoga zovu Löbovim uvjetima (Löb, 1952). To su:

- (D1) $\vdash A \Rightarrow \vdash Dok\ 'A'$,
- (D2) $\vdash (Dok\ 'A \& Dok\ 'A \rightarrow B) \rightarrow Dok\ 'B'$,
- (D3) $\vdash (Dok\ 'A \rightarrow Dok\ 'Dok\ 'A')$.

To nije bilo slučajno. Soloway je 1976. dokazao da se svi rezultati o dokazivosti u dovoljno jakim deduktivnim teorijama mogu izvesti iz Löbovih uvjeta (D1)-(D3) i Löbovog teorema (L). Time je dokazano da postoji potpuna teorija dokazivosti.

Napominjemo, na kraju, da je cijelo područje koje je 30-tih godina otvoreno Gödelovim otkrićem nepotpunosti i dalje predmetom intenzivnih logičkih istraživanja.

1) Deduktivna teorija je korektna ako ne dokazuje neistine.

2) Deduktivna teorija je konzistentna, ako nijedna njezina propozicija

nije ujedno dokaziva i opovrgljiva u toj teoriji. (Propozicija je opovrgljiva, ako je njezina negacija dokaziva.). Dovoljno jaka deduktivna teorija je ω -inkonzistentna, ako je u njoj dokazivo da neki prirodni broj ima neko svojstvo, iako je za svaki pojedini prirodni broj opovrgljivo da ima to svojstvo. Naravno, teorija je ω -konzistentna ako nije ω -inkonzistentna. Ako je teorija ω -konzistentna onda je i konzistentna, ali je moguće da teorija bude konzistentna iako nije ω -konzistentna.

3) U Gödelovom članku iz 1931. nalazi se samo skica dokaza 2. teorema. Teorem je trebao biti detaljno dokazan u drugom dijelu toga članka, koji Gödel nikada nije napisao. Prvi potpuni dokaz 2. teorema objavio je Bernays u (Hilbert-Bernays, 1939).

4) Od pojave Kripkeove teorije (Kripke, 1975), koja je unijela sasvim novo svjetlo u razmišljanje o pojmu istine, ponuđene su još neke teorije. Po našem mišljenju, uz već spomenutu Kripkeovu, najuspješnije su Gupta (Gupta, 1982) i Barwise-Etchemendy-jeva (Barwise & Etchemendy, 1987).

5) Identitet zapravo spada u logičke elemente jezika, ali smo ga zbog jednostavnostiprikaza ovdje uvrstili u nelogičke elemente.

6) Lako je dokazati da se logički elementi mogu reducirati na samo četiri: $-$, $\&$, \forall i $=$. Naime, svi se ostali (uz odgovarajuću specifikaciju "svih ostalih") mogu definirati pomoću ta četiri. Nelogički elementi jezika aritmetike mogu se reducirati na samo dva: $+$ i \cdot .

7) Tip jezika koji smo upravo opisali i u kojem je moguće formulirati svaku deduktivnu teoriju zove se jezikom 1. reda.

8) Gödel je, svojim 1. teoremom o nepotpunosti, dokazao da se takav krajnji cilj ne može postići.

9) Peanova aksiomatizacija prirodnih brojeva koju nalazimo u (Peano, 1889) zapravo je preuzeta od Dedekinda (Dedekind, 1888), što Peano i navodi na samom početku svojega članka. Više o cijeloj problematici aksiomatizacije prirodnih brojeva može se naći u (Šikić, 1989), pod naslovom *Kako su i zašto aksiomatizirani prirodni brojevi*.

10) Više o značaju takvog pristupa logici može se naći u (Šikić, 1989), pod naslovom *Boole i Frege - matematika logike vs. logika matematike*.

11) Teorem vrijedi za sustave logičkih pravila zaključivanja sasvim od-

ređene vrste, koje u literaturi nalazimo pod raznim imenima: kvantifikacijska logika, predikatska logika, logika 1. reda, funkcijski račun 1. reda itd. No, svaki sustav te vrste potiče od Fregeovog "prasustava".

12) Značenja ostalih izraza nisu bitna za daljnju argumentaciju. Oni čak mogu biti bez značenja.

13) Gödel je razvio cijelu teoriju primitivno rekurzivnih funkcija da bi došao do tog rezultata.

14) Jednostavan dokaz te činjenice može se naći u (Šikić, 1992), gdje je osim toga pokazano u kojoj je on vezi s Cantorovim postupkom dijagonalizacije. Ključnu ulogu te činjenice, koja nije eksplicitno istaknuta u Gödelovom radu, uočio je Carnap, pokazujući da iz Gödelovih razmatranja zapravo slijedi da za svaki predikat *Pr*, koji je definabilan u teoriji, postoji rečenica *C* za koju vrijedi $\vdash (C \leftrightarrow Pr 'C')$ (Carnap, 1934). Oдавde neposredno slijedi Tarskijev rezultat o nedefinabilnosti pojma istinitosti propozicija neke teorije u samoj toj teoriji. Naime, pojam istinitosti *Ist* morao bi zadovoljavati $\vdash (R \leftrightarrow Ist 'R')$, za svaku rečenicu *R* te teorije. Kada bi takav pojam *Ist* bio definabilan u samoj teoriji onda bi u njoj bio definabilan i pojam *- Ist*. Za taj bi pojam (prema Carnapu, usp. prethodnu napomenu) postojala rečenica *C* sa svojstvom $\vdash (C \leftrightarrow - Ist 'C')$, što je u kontradikciji s prethodnim zahtjevom. Dakle, pojam *Ist* nije definabilan u samoj teoriji.

15) Gödel je svojim teoremima o nepotpunosti (između ostalog) htio pokazati da nije moguće realizirati Hilbertov program opravdavanja klasične nefinitne matematike finitnim sredstvima. Njegovi teoremi to pokazuju tek ako su finitno dokazani. Budući da pojam istinitosti nije finitan, trebalo ga je izbjeći.

16) Na ovakav dokaz 2. teorema upućuje Gödel u I. dijelu svojega članka. Međutim, detaljna provedba takvog dokaza bila bi doista mukotrpa, pa možda zbog toga Gödel nikada nije napisao II. dio svojeg članka (usp. 3. napomenu). Bernaysov se dokaz zato temelji na uvjetima izvodljivosti, tzv. Bernaysovim uvjetima, koji su formalizacija nekoliko osnovnih svojstava predikata *Dok* i iz kojih relativno brzo slijedi redukcija 2. teorema na 1. teorem. (Bernaysovi uvjeti još su uvijek presloženi da bismo ih ovdje mogli formulirati. Bitno su jednostavniji Löbovi

uvjeti, iz kojih ne slijedi samo 2. teorem nego i svi ostali rezultati o dokazivosti; usp. dalje.)

17) Prema (Carnap, 1934) takva rečenica uvijek postoji; usp. 14. napomenu.

Barwise, J. & Etchemendy, J. 1987. *The Liar. An Essay on Truth and Circularity*. Oxford University Press, Oxford.

Boole, G. 1854. *An Investigation of the Laws of Thought*, Walton & Moberly, London.

Carnap, R. 1934. *Logische Syntax der Sprache*, Springer, Beč.

Dedekind, R. 1888. *Was sind und was sollen die Zahlen*, Vieweg, Brunswick.

Frege, G. 1879. *Begriffsschrift, eine Formelsprache des reinen Denkens*, Nebert, Halle.

Frege, G. 1893 - 1903. *Grundgesetze der Arithmetik, begriffsschriftlich abgeleitet*, Vol.1. i 2. Pohle, Jena.

Gödel, K. 1929. *Über die Vollständigkeit des Logikkalküls*, neobjavljena disertacija, Sveučilište u Beču.

Gödel, K. 1930. "Die Vollständigkeit der Axiome des logischen Funktionenkalküls", *Monatshefte für Mathematik und Physik*, vol.37.

Gödel, K. 1931. "Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I.", *Monatshefte für Mathematik und Physik*, vol. 38.

Gupta, A. 1982. "Truth and Paradox". *Journal of Philosophical Logic*, vol. 11.

Hilbert, D. & Bernays, P. 1934 - 1939. *Grundlagen der Mathematik*, Vol. 1. i 2, Springer, Berlin.

Kripke, S. 1975. "Outline of a theory of Truth". *Journal of Philosophy*, vol. 72.

Löb, M. 1955. Solution of a problem of Leon Henkin, *Journal of Symbolic Logic*, vol. 20.

Löwenheim, L. 1915. "Über Möglichkeiten im Relativkalkül", *Mathematische Annalen*, vol. 76.

Peano, G. 1889. *Arithmetices principia, nova methodo exposita*, Bocca, Torino.

Quine, W. O. 1946. "Concatenation as a basis for arithmetic", *Journal of Symbolic Logic*, vol. 11.

Skolem, T. 1919. "Untersuchungen über die Axiome des Klassenkalküls und über Produktions- und Summationsprobleme welche gewisse Klassen von Aussagen betreffen", *Skrifter utgitt av Videnskapsselskapet i Kristiania*, I, no. 3.

Smullyan, R. 1992. *Gödel's Incompleteness Theorems*, Oxford University Press, Oxford.

Šikić, Z. 1989. *Kako je stvarana novovjekovna matematika*, Školska knjiga, Zagreb.

Šikić, Z. 1992. "The diagonal argument - a study of cases" *International Studies in the Philosophy of Science*, vol.6, No.3.

Tarski, A. 1931. "O pojęciu prawdy w odniesieniu do sformalizowanych nauk dedukcyjnych" *Ruch Filozoficzny*, vol.12. Prevedeno na njemački u (Tarski, 1935).

Tarski, A. 1935. *Der Wahrheitsbegriff in den formalisierten Sprachen*. *Studia Philosophica*, Vol. 1.

Tarski, A. 1936. "O pojęciu wynikania logicznego", *Przegląd Filozoficzny*, vol.39. Prevedeno na njemački u (Tarski, 1936).

Tarski, A. 1936. "Über den Begriff der logischen Folgerung", *Actes du Congrès International de Philosophie Scientifique*, vol. 7.

Whitehead, A.N. & Russell, B. 1910-13. *Principia Mathematica*, Vol.1, 2. i 3. Cambridge University Press, Cambridge.



Anomalija temperature zraka u Hrvatskoj

Anita Filipčić

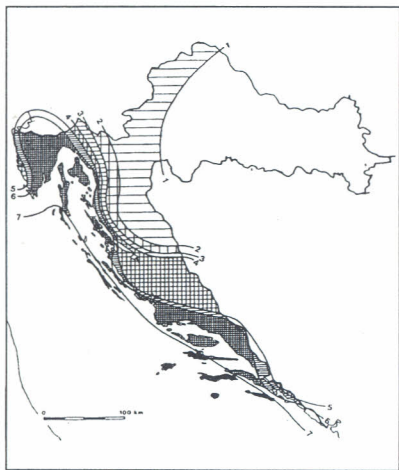
Uvod

Jedan od klimatskih faktora je raspodjela kopna i mora. To je eminentno geografski problem koji u sebi uključuje diferencirano zagrijavanje i hlađenje kopna i mora, i advekciju topline. Taj se problem najčešće promatra u vrlo širokim granicama, pa se iz takve perspektive ne mogu uočiti neki detalji karakteristični za prostore veličine Hrvatske. Stoga nam je cilj izračunati i kartografski prikazati anomaliju temperature zraka na teritoriju Hrvatske.

Anomaliju temperature ćemo tretirati u njenom izvornom značenju, tj. kao razliku između reducirane srednje temperature nekog mjesta i srednje temperature paralele na kojoj se to mjesto nalazi. Tako ju je 1852. godine definirao H. W. Dove. Tako definirana, termička anomalija postaje jedan od indikatora kontinentalnosti, odnosno maritimnosti klime. Granična izanomala ima vrijednost 0 °C i naziva se "termičkom normalom" (O. Peschel-Leipoldt, 1880.).

Dosadašnja istraživanja

Počevši od sredine prošlog stoljeća pa do danas objavljen je čitav niz karata izanomala za cijeli svijet. S tih



Sl. 1. Geografska raspodjela srednje siječanske anomalije temperature zraka u Hrvatskoj.

karata moguće je očitati i termičku anomaliju za Hrvatsku, ali su takvi rezultati vrlo grubi, budući da Hrvatskom prolazi samo jedna izanomala ili se Hrvatska nalazi između dvije izanomale. Najdetaljniji prikaz termičke anomalije u Hrvatskoj dao je M. Kovačević (1942.). Koristeći temperature paralela po W. Meinardusu (1925.), Kovačević je izračunao godišnju, siječansku i srpanjsku anomaliju za stanoviti broj mjesta u Hrvatskoj koja leže blizu pojedinih paralela (43° - 46° N) i na podjednako geografskoj dužini. Međutim, autor nije dao geografsku raspodjelu anomalije. B. Makjanić (1959.) objavio je rad s kartama izanomala u tadašnjoj Jugoslaviji, ali se pojam anomalije temperature razlikuje od pojma anomalije po Doveu (1852.) koji je prihvaćen u ovom radu.

Podaci

Za izračunavanje anomalije temperature zraka potrebne su dvije grupe podataka. Prva grupa se odnosi na višegodišnji srednjak temperature zraka izabranih postaja, a druga na višegodišnji srednjak temperature paralela.

Podaci za temperature postaja razjašnjeni su u radu A. Filipčić, 1993.

O srednjoj temperaturi paralela postoji relativno malo upotrebljivih podataka, a za razdoblje 1931.-1960. one uopće nisu dostupne. Jedna od autora čiji su podaci relevantni je L. P. Spirina (1970.). Autorica daje dva niza podataka. Prvo je na temelju citirane literature i vlastitih proračuna dana srednja zonalna temperatura zraka 1881.-1935. g. Zatim je taj niz produžen do 1960. g. Usporedbom nizova 1881.-1935. g. i 1881.-1960. g. vidi se da postoje razlike samo u siječnju i to u visokim geografskim širinama. Temperature ostalih paralela, dakle i u geografskim širinama Hrvatske, su jednake. Međutim, za niz 1881.-1960. g. nema podataka o srednjoj godišnjoj temperaturi paralela, pa je taj niz eliminiran. Nadopunom dotadašnjih proračuna L. P. Spirine dobiven je 95-godišnji prosjek zonalnih temperatura iz razdoblja 1881.-1975. g. (I. I. Borzenkova,

K. Ja. Vinnikov, L. P. Spirina, D. I. Stehnovskij, 1976). Podaci nizova 1881.-1935. i 1881.-1975. bitno se ne razlikuju, ali je prednost data nizu 1881.-1975. jer je duži, tj. veće je preklapanje sa standardnim periodom 1931.-1960. na koji se odnose temperature postaja.

Sasvim je sigurno da usporedba dvaju vremenski nehomogenih nizova rezultira određenim odstupanjem, ali se te pogreške smanjuju jer je u razdoblju 1881.-1975. g. bilo razdoblja s višom i nižom temperaturom od srednje temperature paralela, pa se ta pozitivna i negativna odstupanja "poništavaju" ili barem smanjuju na manju mjeru. Osim toga, temperaturne promjene nad oceanima (koji prevladavaju na obje hemisfere) bile su manje nego nad kopnom, pa i to pridonosi manjem odstupanju od srednje temperature paralele. Možemo navesti još jednu činjenicu koja opravdava korištenje tako dugačkog niza kao što je 1881.-1975. g. Prema trendu globalne temperature iz razdoblja 1891.-1986. g. izračunato je da temperatura poraste za 0,3 °C u 100 godina, a iz razdoblja 1881.-1987. g. za 0,5 °C u 100 godina. Ako imamo na umu da se mnoge postaje nalaze u gradovima, onda od tih vrijednosti porasta moramo oduzeti 0,1 °C zbog urbanog efekta (G. V. Gruz, E. Ja. Ranjkova, 1991). Sve to smanjuje pogreške koje bi mogle nastati zbog korištenja podataka iz dva različita niza.

Metoda rada

Prema definiciji, srednja anomalija temperature zraka izračunava se kao razlika između srednje temperature zraka reducirane na morsku razinu i srednje temperature paralele na kojoj se nalazi analizirana postaja.

U klimatologiji je uobičajeno da se pojedini klimatski element analizira u siječanskom, srpanjskom i godišnjem prosjeku, pa je tako učinjeno i u ovom radu.

Sve je temperature postaja bilo potrebno reducirati na razinu mora pomoću odgovarajućih vertikalnih gradi-



Sl. 2. Geografska raspodjela srednje srpanjske anomalije temperature zraka u Hrvatskoj.

jenata temperature. Za to su korišteni isti podaci kao i za konstrukciju karata reduciranih temperatura u Hrvatskoj (A. Filipčić, 1993).

Podaci korišteni za temperature paralela odnose se izvorno samo na svaku petu paralelu, što nam direktno ne koristi, jer se sve analizirane postaje nalaze "negdje između". Zbog toga je za svaku postaju izračunata temperatura paralele na kojoj se ta postaja nalazi. To je učinjeno uobičajenom metodom linearne interpolacije.

Na osnovi dobivenih anomalija konstruirane su karte izanomala. Pri konstrukciji izanomala pokazalo se da se rezultati za neke postaje bitno razlikuju od rezultata susjednih postaja, što je neprihvatljivo. Zato su rezultati tih postaja zanemareni.

Rezultati

Konačan rezultat su karte izanomala. To je klimatska, tj. termička regionalizacija Hrvatske.

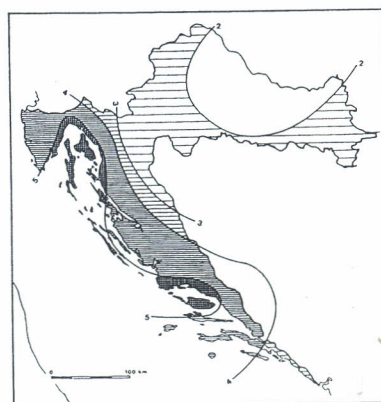
Usporedbom svih triju karata (sl. 1, 2, 3) vrlo brzo možemo uočiti da niti na jednoj od njih nema "termičke normale". To znači da je, prema ovom kriteriju, cijela Hrvatska maritimna.

U siječnju (sl. 1) su najveće razlike u anomaliji između obale i unutrašnjosti. Cijeli panonski i veći dio peripanonskog prostora ima anomaliju manju od 1 °C. To je zapravo onaj prostor koji je reljefno otvoren prema sjeveru i sjeveroistoku, što omogućava advekciju hladnog zraka. Izanomale su najgušće u gorskoj Hrvatskoj jer ovdje maritimni utjecaj naglo raste, a konti-

nentski slabi. Najveću anomaliju, veću od 7 °C imaju vanjski otoci jer na njih more utječe najjače. Termičkom utjecaju samog Jadranskog mora valja pridodati i toplu advekciju iz južnijih geografskih širina. Izanomale su sve do sjevernog Jadrana gotovo paralelne s obalom. Izuzetak su izanomale od 2 °C, 3 °C i 4 °C koje skreću sjevernije od Bukovice u unutrašnjost. Time između izanomala od 4 °C i 5 °C, u zaleđu sjeverne i dijelom srednje Dalmacije nastaje hladnije područje uzrokovano prelijevanjem hladnog zraka preko Dinare. Sjeverna Dalmacija prekida toplo područje između izanomala od 6 °C i 7 °C. S druge pak strane su Istra i Kvarner, srednja i manjim dijelom južna Dalmacija pod direktnim utjecajem juga s kojim dolazi modificirani kontinentski tropski zrak. U sjevernom Jadranu se izanomale od 6 °C i 5 °C nastavljaju pružati u unutrašnjost, a vraćaju se duž zapadne obale Istre, tj. zapadna obala ima nešto manju anomaliju od ostalog dijela Istre. Na takvo pružanje izanomala utječe zimi hladna Padska nizina (E. S. Rubinštejn, 1953.), pa je zapadna obala Istre istočni rub tog nešto hladnijeg prostora.

U srpnjskom prosjeku (sl. 2) razlike u anomaliji između obale i unutrašnjosti nisu tako velike kao u siječnju. Panonska zavala, peripanonski rub i dio gorske Hrvatske imaju anomaliju između 2 °C i 3 °C. Dakle, u toplom dijelu godine anomalija u unutrašnjosti nije veća nego u širem obalnom pojasu jer je Jadransko more premalo da bi ljeti imalo značajniji rashlađujući termički utjecaj. Štoviše, na krajnjem jugu Hrvatske, nad Jadranskim morem, anomalija je jednaka kao i u najvećem dijelu unutrašnjosti. Najveću anomaliju, veću od 5 °C, imaju kvarnerski otoci koji kao cjelina povisuju temperaturu tog prostora. Obala i zaleđe (osim južne Dalmacije) nalaze se uglavnom unutar izanomale od 4 °C. Od sjevernog prema južnom Jadranu anomalija se smanjuje. U tom smjeru raste maritimnost budući da se sve više približujemo Sredozemnom moru čiji istočni dio u srpnju ima negativnu anomaliju (E. S. Rubinštejn, 1953.).

Preostaje još nekoliko riječi o godišnjoj raspodjeli termičke anomalije (sl. 3). U godišnjem prosjeku može se uočiti utjecaj hladne advekcije sa sjevera i sjeveroistoka, što pokazuje pru-



Sl. 3. Geografska raspodjela srednje godišnje anomalije temperature zraka u Hrvatskoj.

žanje izanomale od 2 °C. Slično situaciji u siječnju, sjeverna Dalmacija i njeno zaleđe nešto su hladniji od ostalog dijela obale. Područje s najvećom anomalijom obuhvaća samo uski obalni pojas i to kvarnersko primorje i dio srednje Dalmacije s otocima.

Zaključak

1. Uzimajući kao kriterij anomaliju temperature zraka, cijela Hrvatska je u tijeku cijele godine maritimna. Nije bitan samo utjecaj Jadranskog mora na anomaliju. Izuzetno je važan položaj Hrvatske na europskom poluostrvu koji duboko zalazi u Atlantik. Prema tome ne bi bilo sasvim točno reći da je unutrašnjost Hrvatske kontinentska. Unutrašnjost je samo kontinentalnija od obale, odnosno, manje je maritimna.

2. Na anomaliju temperature zraka u Hrvatskoj u većoj mjeri utječe Atlantski ocean nego euroazijsko kopno.

3. U tijeku cijele godine anomalija temperature je veća na obali i otocima nego u unutrašnjosti.

4. U toplom dijelu godine porast maritimnosti duž obale očituje se u smanjenju termičke anomalije.

**HRVATSKI
ZEMLJOPIS**
KAROTIF ZA ZEMLJOPIS I POVIJEST

Novi materijal

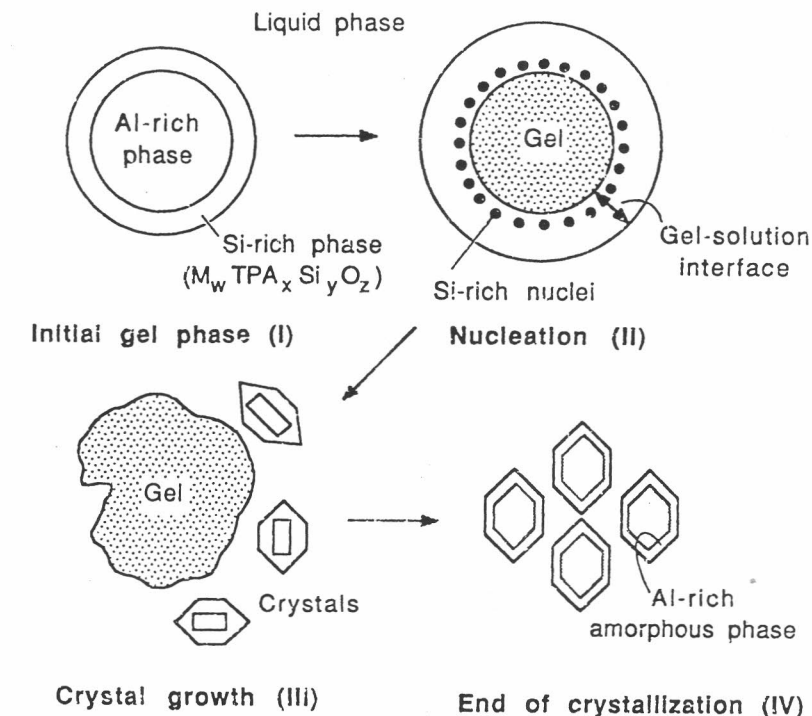
ZEOLIT ZSM-5

Ankica Čizmek

Posljednjih petnaestak godina neuobičajena je pažnja posvećena sintezi i istraživanju svojstava novih zeolitnih materijala, koji kristaliziraju u prisutnosti različitih organskih kationa.

Među tim materijalima, najveća pažnja posvećena je zeolitu ZSM-5, ne samo zbog njegovih izvrsnih katalitičkih svojstava pri mnoštvu različitih reakcija, nego i stoga jer on može biti početni član velike obitelji materijala, pentasila. Oni, pentasili, ne razlikuju se međusobno samo u količini aluminija koji sadrže, nego i u promjeni u njihovoj kristalnoj strukturi (ako pogledamo od zeolita ZSM-5 do ZSM-11 serije zeolita), ili se razlikuju po tome koji su element uključili umjesto aluminija (npr. željezo, bor, arsen, krom itd.).

Postojanje jakih kiselinskih i aktivnih mjesta za reakcije katalizirane pomoću metala, omogućuju zeolitu ZSM-5 njegovu uporabu kao katalizatora u kemijskoj i petrokemijskoj industriji. Zamijenivši sintetičke faujasite (zeoliti X i Y) koji su bili prvi komercijalni katalizatori, ZSM-5 služi kao katalizator u sljedećim područjima: konverziji ugljikohidrata (alkilacija, krekning, hidrokekking, izomerizacija), hidrogenacija, dehidrogenacija, hidrodealkilacija, metanizaciji, dehidraciji, prevođenju metanola u benzin, katalitičkom vođenju različitih anorganskih reakcija (oksidacija sumporovodika, redukcija



Slika 2. Nukleacija i kristalni rast zeolita ZSM-5.

dušik monoksida u amonijak, oksidacija ugljik monoksida, katalitička razgradnja vode, katalitička razgradnja dušikovih oksida itd.).

Zeolit ZSM-5 pripada novijoj vrsti katalizatora s visokim množinskim omjerom Si/Al ($\approx 25-100$).

Ukoliko ovaj tip zeolita nema aluminija ($\text{Si/Al} = \infty$) može ga se smatrati

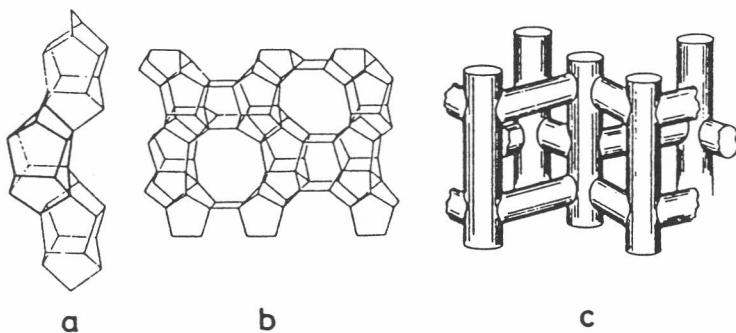
jednim od polimornih oblika SiO_2 (silikalit).

Struktura ZSM-5 sastoji se od 5-1 SBU (*secondary building units*) koje međusobnim povezivanjem stvaraju lančaste strukture. Njihovim daljnjim povezivanjem nastaje karakteristična trodimenzionalna rešetka zeolita ZSM-5 (Slika 1. a i b). Zeolit ZSM-5 sadrži dva sustava međusobno spojenih kanala (Slika 1. c). Ravni kanali paralelni su s [010] kristalnim plohama, a sinusoidalni kanali su paralelni s [011] kristalnim plohama.

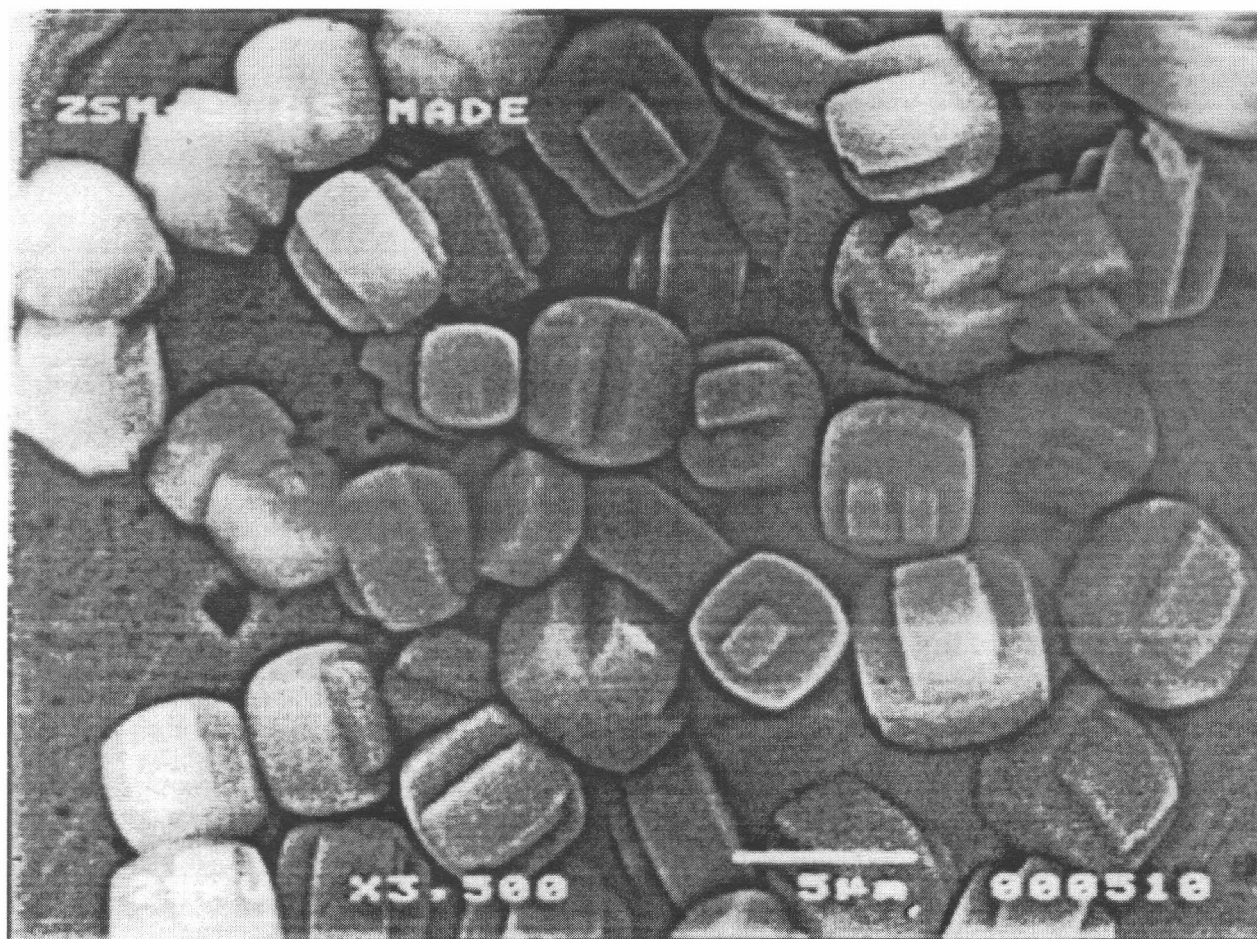
Otvor kanala efektivnog promjera 0.6 ima 12 T atoma u prstenu (T = Al ili Si).

Prva priprema zeolita ZSM-5 opisana je 1972. godine (R.J. Argauer i G. R. Landolt, US Patent 3 702 886 (1972)). Od tada datira mnoštvo recepata u patentnoj literaturi za pripremu zeolita ZSM-5, također uz dodatak različitih organskih i anorganskih supstanci.

Godine 1981. Grose i Flanigen su patentirali sintezu ZSM-5 bez ikakvog organskog templata.



Slika 1. (a) Karakteristična lančasta struktura sastavljena od 5-1 SBU. (b) Kristalna ploha (100) jedinične ćelije silikalita i zeolita ZSM-5. 10-teročlani prsteni predstavljaju otvore sinusoidalnih kanala paralelnih (001) kristalnim plohama zeolita ZSM-5 i silikalita. (c) Shematski prikaz sustava strukturnih kanala u zeolitu ZSM-5 i silikalitu.



Pretražna elektronska mikrografija tipičnih kristala zeolita ZSM-5

Sinteza zeolita ZSM-5

Sinteza zeolita ZSM-5 je u osnovi jednostavan postupak.

Zeolit ZSM-5 i ostali visokosilikatni zeoliti ($\text{Si}/\text{Al} > 10$) se uobičajeno dobivaju iz neutralnih ili bazičnih hidrogelova koji sadrže SiO_2 , Al_2O_3 , alkalne ili amonijske ione i organske molekule, kao (alkil) amine ili kvartarne amonijske spojeve.

Uz pH vrijednost veću od 10, visoka koncentracija OH^- iona povećava topljivost amornog gela, a tako kao posljedicu i brzinu kristalnog rasta.

Prisutni organski spojevi (uglavnom tetraamonijeve soli) su odgovorni i služe kao templati za tvorbu visoko silikatnog zeolita, pri čemu jako favoriziraju stvaranje dvostruko prstenastih silikatnih aniona, koji konstituiraju SBU za različite zeolite. Kao ispunjivači prostora oni također stabiliziraju rešetku zeolita.

Izuzetno je velik broj procedura i recepata za sintezu ZSM-5 u patentnoj literaturi. Organski kationi koji se najčešće koriste su tetraalkil amonijske (TAA) soli ili baze, ili njihovi prekursori. Mada su u sintezama zeolita ZSM-5 korišteni i

TMA-(tetra metil amonij), i TEA- (tetra etil amonij), i TPA- (tetra propil amonij) i TBA- (tetra butil amonij) soli ili baze, najbolji rezultati dobiveni su s TPA.

Nukleacija i kristalizacija ZSM(5)

Model za nukleaciju i kristalizaciju zeolita ZSM-5 može se predvidjeti uzimajući u obzir rezultate kristalne kinetike, sastav različitih faza i fizički status različitih komponenti tijekom sinteze.

Osnovna formula zeolita ZSM-5 je: $\text{M}_{2n}\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y \text{TPA} (\text{Br ili OH}) \cdot x \text{SiO}_2 \cdot z \text{H}_2\text{O}$

M označava kompenzirajući kation sa valencijom n, a može biti Li, K, Na, Ca, NH_4 itd. $y = 2 - 16$

Slika 2. Prikazuje transformaciju početnog gela tijekom sinteze. Gel je jako heterogen, sastavljen od aluminijem bogate interne faze, a silicijem bogate eksterne faze. Aluminij nije tako dobro dispergirao kao tetraedarske specije u okruženju silicija.

TPA vrste u monomernoj formi, kao $\text{TPAX}_{\text{mono}}$ ($\text{X}=\text{OH}$ i/ili Br) ili kao $\text{TPA}^+ (\text{H}_2\text{O})$ hidrati igraju ulogu centara nukleacije. Alkalni kationi su oni koji izjednačuju negativni naboj.

Rast kristala više ovisi o koncentraciji, nego o prirodni alkalnih kationa. Tijekom kristalnog rasta, Al atomi ulaze u strukturu u tetraedarskoj formi. Brzina kristalizacije ne ovisi ni o prirodni ni o koncentraciji alkalnih kationa.

TPA/u.c. vrijednost je blizu vrijednosti 4. TPA ioni se inkorporiraju u tunele kao ioni koji izjednačavaju strukturni (Si-O-Al) negativni naboj i kod SiO_2 grupa koje su nepravilnost u rastu.

Zeoliti (iz "Microsoft" "Encarta '95")

Zeoliti (prema grčkom *zein* što znači kipjeti i *lithos* što znači stijena) velika su skupina minerala (alkalijsko-aluminijskih silikata). Tako su nazvani zbog svojeg bubrenja i mjehuranja pri visokim temperaturama. Tvrdća minerala je između 3 i 6 a specifična težina između 1,9 i 2,8. Obično ih se nađe u pukotinama i šuplinama stijena, najčešće bazaltnih. Sličnog su izgleda, građe i načina postanka, ali su različitog kemijskog sastava (promjerice filipsit, habazit, tomsonit...).

Pokusni modeli i pokusne životinje u biomedicinskim istraživanjima

Marko Radačić

Na Institutu "Ruđer Bošković" (IRB) - kao najvećoj znanstvenoj ustanovi u Hrvatskoj, iz prirodnih i biomedicinskih znanosti - održan je Prvi hrvatski simpozij "Pokusne životinje u znanstvenom istraživanjima". Simpozij je organizirala i vodila grupa znanstvenika Zavoda za eksperimentalnu biologiju i medicinu IRB i Zavoda za animalnu fiziologiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta (PMF). Pokroviteljstvo nad Skupom preuzelo je Ministarstvo znanosti i tehnologije Republike Hrvatske, koje je dalo i financijsku potporu. "Belupo", "Labormed", kao i neke druge tvrtke financijski su, također, poduprle ovaj Skup. Na Skupu se okupilo oko 150 sudionika, koji su održali 29 usmenih i 25 plakatnih (poster) predavanja. Teme predavanja kao i predavači, pažljivo su odabrani tako da u dvoranu IRB-a nisu mogli uvijek stati svi koji su bili zainteresirani za predavanja. Skup su pozdravili M. Radačić (predsjednik Organizacijskog odbora simpozija), N. Zovko (ravnatelj Instituta "Ruđer Bošković") i R. Fuchs (pomoćnik ministra znanosti i tehnologije).

Uz domaće sudionike skupu je bilo nazočno desetak sudionika iz Slovenije, te po 2 iz Švicarske i Njemačke (dolazak ove četvorice omogućila je

tvrtka EHRET). Najveću pozornost pobudilo je predavanje "*transgenic animal technology in biomedical research*" koje je održao prof. T. Rulicke iz Züricha. Predavač je izložio tehnike i metode, koje su nama danas još uvijek nedostupne. Tim tehnikama i metodama u detalje je opisana oplodnja jajnih stanica u *in vitro* uvjetima i potom njihov unos u odabranu majku. Manipulacijom sjemenih stanica *in vitro* omogućuje se istraživaču da odabere poželjna a odbaci nepoželjna svojstva novih potomaka.

Kada kažem da su nama te tehnike i metode nedostupne, ne mislim time reći da naši stručnjaci ne bi mogli to napraviti. Naprotiv, ima ih već i kod nas koji su te tehnike savladali (u inozemstvu), ali naša oprema i uvjeti držanja tih životinja ne dopuštaju im da to rade kod nas. Da bi se to radilo potrebno je nabaviti opremu i pripremiti nastambe (štale) u kojima bi se te životinje držale prije i tijekom pokusa.

Svrha ovog simpozija bila je okupiti sve stručnjake i znanstvenike iz Hrvatske koji u svojim istraživanjima koriste pokusne životinje, bez obzira na vrstu i veličinu tih životinja. Osim toga, htjeli smo okupiti i znanstvenike koji u biomedicinskim istraživanjima koriste razne pokusne modele vezane uz pokuse na životinjama. Stoga je organi-

zator i odabrao usmene predavače ovisno o korištenju pokusnih modela i pokusnih životinja tako da su bili zastupljeni predavači koji u svojim istraživanjima koriste različite životinjske vrste, kao npr.: školjke, ribe, žohare, gmazove, glodavce, ptice, mesojede, kopitare, divlje životinje, itd. Dio predavanja posvećen je načinu držanja i prehrane pokusnih životinja. Zapaženo i interesantno predavanje o tome održao je H.L. Altrogge, proizvođač hrane za pokusne životinje.

Što je to pokusna životinja?

O pokusnim životinjama može se govoriti s više aspekata. Kada se spominju pokusne životinje - obično se misli na miševe i štakore, koji se najčešće koriste u biomedicinskim istraživačkim laboratorijima, što je u užem smislu riječi istinito i takve životinje zovemo laboratorijskim pokusnim životinjama. Međutim, u širem smislu riječi, kao što je pokazano na ovom simpoziju, pod pokusnim životinjama podrazumijevaju se sve životinje bez obzira na vrstu i veličinu, koje se upotrebljavaju u znanstvenim istraživanjima u svrhu sticanja novih spoznaja i znanja za dobrobit čovjeka i/ili same životinje, a i biljke. Ukratko, može se reći da su pokusne životinje sve životinje od amebe do slona (i čovjeka) koje se koriste u znanstvenim istraživanjima u gore spomenute svrhe.

Zašto pokusi?

Čovjek, kao razumno biće, ima moć opažanja, prosuđivanja i zaključivanja. Na temelju opaženih (zabilježenih) pojava mogu se donositi prosudbe i zaključci. Te prosudbe i zaključci mogu biti ispravni i neispravni ovisno o tome tko, gdje i kada ih je donio. (Npr. kada djetete rastavi igračku ono može zaključiti da sada ima više igračaka, dočim će odrastao, razuman čovjek zaključiti da je prvobitna igračka uništena i da više ne postoji). Međutim, veoma često je teško, odnosno nemoguće na temelju opažanja, naročito u životinjskom svijetu, donositi ispravne zaključke. (Npr. kada stado ovaca pase na jednoj livadi i ugine, a istovremeno na drugoj livadi stado ovaca ostane



zdravo i živo, može se zaključiti da na prvoj livadi trava nije ispravna što ne mora biti točno). Da bi se dobili ispravni zaključci potrebno je izvršiti provjeru. Provjera opaženog i/ili zaključenog zove se pokus. Biološki pokus će nam u ovom slučaju dati odgovor zašto je stado uginulo tj. je li u ovom primjeru otrovna trava sama po sebi ili je namjerno zatravana. Ako je trava otrovna sama po sebi, tada ju treba iskorijeniti (odstraniti). Međutim, ako je namjerno zatravana, pokus će nam pokazati o kojem se otrovu radi. Temeljem toga znat ćemo koliko dugo traje karencija - uklanjanje otrova prirodnim putem iz tla. Nakon perioda karencije stado ponovo može pasti na livadi bez opasnosti po uginuće.

Pokusi na životinjama koji nam omogućuju da saznamo nešto što pridonosi boljitku čovjeka ili životinje su s moralnog i etičkog stanovišta opravdani i dozvoljeni. Naprotiv, pokusi koji vode zadovoljavanju vlastitih interesa i ambicija ne bi smijeli biti dopušteni, odnosno moraju se zabraniti.

U cijelom znanstvenom svijetu postoje pokusi koji se izvode na zato određenim životinjskim vrstama, koje se uzgajaju u tu svrhu. Ukoliko ne bi bilo pokusa na životinjama, čovjek bi morao biti sam pokusno biće (životinja). Mnogi lijekovi koji se upotrebljavaju u medicini, moraju prije primjene na čovjeku proći određene testove (pokuse) na životinjama. Mislim da nijedan razuman čovjek nije i ne smije biti - ukoliko sam ne želi biti "pokusni kunić" - protiv znanstveno utemeljenih i opravdanih pokusa na životinjama.

Tko može obavljati pokuse

U demokratskim i gospodarstvenim razvijenim zemljama postoje točno utvrđena pravila i kriteriji; tko, kada, gdje i pod kojim uvjetima može obavljati pokuse na životinjama. Naime, radi se o "licenciranim" ustanovama u kojima se mogu obavljati pokusi i o licenciranim osobama koje mogu obavljati pokuse. Licence (dozvole) za rad s pokusnim životinjama daje ovlašteni organ vlade - ministarstvo. (U Danskoj te dozvole daje Ministarstvo pravosuđa, a u Engleskoj Ministarstvo unutrašnjih poslova). Tijelo koje daje dozvole treba biti sastavljeno od profesionalaca iz područja znanosti, politike, zdravstva i Društva za zaštitu životinja. Dozvola (licenca) za rad s pokusnim životinjama, kao što je rečeno može glasiti na ustanovu i na pojedinca. Ako je ustanova



nosilac takve dozvole (u Danskoj) onda u njoj piše koji kadrovi smiju izvoditi pokuse i pod kojim uvjetima. Ukoliko dozvola glasi na pojedinca (u Engleskoj) onda je ona njegova i neprenosiva. U oba slučaja pojedinac i ustanova dužni su sve pokuse i načine rada sa životinjama registrirati i o tome izvještavati davatelja dozvole. Davatelj dozvole povremeno obavlja kontrolu izvođenja pokusa.

Sve sam to spomenuo da bi čitatelji bili svjesni da znanstvenici nisu "monstrumi" koji muče životinje iz puke radoznalosti nego zbog traganja za znanstvenom istinom, koja će pomoći općem ljudskom boljitku i napretku.

Pokusne životinje i pokusi

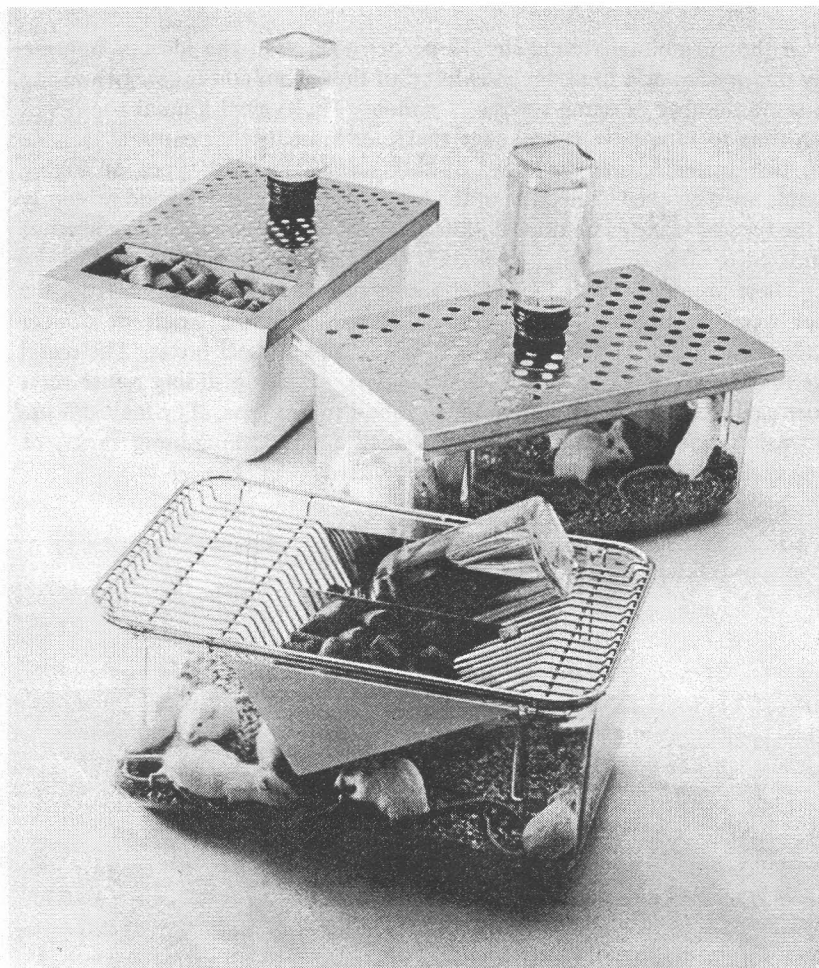
Prije planiranog pokusa potrebno je znati što se želi pokusom postići i u koje svrhe će se dobiveni rezultati upotrijebiti. Temeljem toga treba detaljno isplanirati pokus; obzirom na vrstu, dob i spol životinja i detaljno razraditi plan, transport i smještaj životinja prije pokusa.

Uzgoj, držanje i smještaj pokusnih životinja

Nastambe (štale) u kojima se životinje uzgajaju i drže prije pokusa moraju biti odvojene od nastambi gdje se životinje drže tijekom pokusa. Uvjeti u kojima se životinje uzgajaju i drže prije pokusa veoma su strogo definirani i veoma zahtjevni u odnosu na zoohigijenske, zdravstveno-sanitarne i druge uvjete. Uvjeti držanja životinja za vrijeme pokusa su, ta-

kođer, vrlo zahtjevni ali, ne tako kao uvjeti u kojima se životinje uzgajaju. Prostori u kojima se drže laboratorijske životinje moraju sa stanovišta zoohigijenskih uvjeta biti na visokoj tehničko-sanitarnoj razini. To znači da u tim nastambama (štalama) uvjeti moraju biti pod strogim tehničkim i zdravstveno-sanitarnim nadzorom. Sve što u te prostore ulazi mora biti besprijekorno čisto, a ponekad i sterilno. Mora biti regulirano svjetlo, tj. 12 sati tama a 12 sati svjetlo (noć-dan). Izmjena zraka (ventilacija) u nastambi, te temperatura i vlaga moraju biti stalno (ljeti i zimi) isti i odgovarati propisanim standardima. Hrana mora odgovarati strogo propisanim standardima za pojedine životinjske vrste, te biti pravilno transportirana i uskladištena. Stelja (prostirka), rađena samo za pokusne životinje, mora biti vrlo čista i dobro uskladištena. Osoblje (timarijeli) koje radi s tim životinjama mora biti besprijekorno, na visokoj radnoj disciplini i motivirano za taj rad. Uzgoj i držanje pokusnih životinja, u pravilu, zahtijeva golemu materijalnu sredstva, stoga je bitno da je radni personal visoko motiviran za taj posao kako ne bi svojim nemarom prouzročili goleme štete.

Sve ovo rečeno vrijedi samo za tzv. konvencionalni-standardni uzgoj pokusnih životinja. Konvencionalni uzgoj podrazumijeva da su životinje izložene normalnoj mikrobiološkoj flori koja se nalazi u zraku, pa prema tome njihov mikrobiološki status odgovara onome iz okoline. Ukoliko se



Tri tipa plastičnih kutija - kaveza za miševe

radi o uzgoju životinja koje imaju strogo definirani zdravstveni i genetski status tada su uvjeti uzgoja i držanja tih životinja mnogo stroži. Hrana, stela, voda, zrak i sve što dolazi u kontakt sa životinjama mora biti sterilno a osoblje proći kroz dezbarijeru, uz obvezno tuširanje.

Najčešće uzgajane životinje pod genetskim i zdravstveno definiranim statusom jesu miševi. Ti miševi mogu biti potpuno slobodni od svih unutar-njih i vanjskih nametnika (bakterija, parazita, gljivica, virusa, itd.) pa ih zovemo germfree ili axenic miševi. Ako su axenic miševi namjerno zaraženi s određenom bakterijom ili parazitom i tako dalje održavani onda ih zovemo - miševi s definiranom florom (*defined-flora mice*). Životinje (miševi) mogu biti uzgajani tako da nemaju samo određene bakterije ili parazite, pa ih nazivamo - *specific-pathogen-free* životinje. Osim ovih postoje i životinje sa deficitnim imunološkim statusom, tzv. *nude mice* i genetski definiranim statusom - *knock out mice*.

Kakvo je stanje u Hrvatskoj s pokusnim životinjama

Pokusne laboratorijske životinje u Hrvatskoj uzgajaju se i drže uglavnom u znanstvenim i nastavnim ustanovama te u tvrtkama i ustanovama koje se bave proizvodnjom i kontrolom lijekova i ljekovitih pripravaka a to su: Zavod za eksperimentalnu biologiju i medicinu IRB-a, Medicinski fakultetu u Zagrebu, Rijeci i Splitu, Zavod za animalnu fiziologiju PMF-a, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Farmaceutsko-biokemijski fakultet, Imunološki zavod, "Pliva", Hrvatski zavod za ispitivanje i kontrolu lijekova. U tim ustanovama laboratorijske životinje drže se stalno. Naravno da se i u drugim biomedicinskim ustanovama drže povremeno, ali ne i stalno, pokusne životinje i to najčešće samo za izvođenje određenih znanstveno-istraživačkih programa i projekata. Osim standardnih laboratorijskih životinja (miš, štakor, zamorčić, kunić), pojedini istraživači povremeno koriste i druge životinje

(zmijs, žabe, ptice itd.) u znanstvenim istraživanjima.

Uzgoj i držanje pokusnih - laboratorijskih - životinja u Hrvatskoj, nažalost je u veoma lošem stanju i daleko od modernih biomedicinskih zahtjeva gospodarski visoko razvijenih zemalja. Kod nas se, naime, uglavnom uzgajaju i drže konvencionalne životinje i to u neodgovarajućim uvjetima. U tim nastambama često nedostaje odgovarajuća ventilacija, temperatura i vlaga kao i osvjetljenje (period dan-noć).

Naša zakonska regulativa o uporabi pokusnih životinja u znanstveno-nastavne svrhe nije donešena, što omogućuje i nepozvanima za biomedicinska istraživanja da se bave pokusima na životinjama - i to često dovodi do raznih i nepotrebnih prosvjeda "zelenih". Stoga je i jedan od zaključaka ovog Simpozija da se uputi dopis Ministarstvu poljoprivrede i šumarstva da se čim prije donese zakon o dobrobiti životinja, a potom i Pravilnik o uporabi i radu s pokusnim životinjama.

Daljnji zaključci Simpozija su da se od Ministarstva znanosti i tehnologije zatraži pomoć za opremanje i uređenje:

1. Biomedicinskih pokusnih nastambi (štala) u kojima će se moći držati životinje sukladno svjetskim propisima i standardima, te zahtjevima suvremenih biomedicinskih istraživanja. Ukoliko se to čim prije ne napravi, rečeno je, nećemo moći izvoditi mnoge pokuse u skladu s novim spoznajama i biomedicinskim dostignućima. Još gore može biti da nam svjetski časopisi neće htjeti objavljivati rezultate naših istraživanja, jer nisu, obzirom na način držanja i uzgoja pokusnih životinja, napravljeni prema odgovarajućim propisima i standardima.

2. Istodobno, potrebno je tražiti od Ministarstva znanosti i tehnologije da čim prije pokrene inicijativu i osigura financijska sredstva za izgradnju centralne štale - na razini Države. Iz te štale bi se opskrbljivali svi znanstvenici iz Hrvatske odgovarajućim i kvalitetnim životinjama a iste bi se mogle prodavati i izvan Hrvatske, ukoliko bi bile kvalitetne i odgovarale standardima svjetske biomedicinske znanosti. U takvoj centralnoj štali treba okupiti sve stručnjake iz područja uzgoja i držanja pokusnih životinja. Na taj bi način Ministarstvo znanosti i tehnologije odvajalo manje novčanih sredstava za potrebe uzgoja i držanja pokusnih životinja, koje bi bile kvalitetnije i dostupnije svim istraživačima pod jednakim uvjetima.



IZ POVIJESTI TEHNIKE U HRVATSKOJ

Počeci telefonije

Zvonimir Jakobović

Telegraf ili brzjav, telefon, teleprinter, pa i njihov suvremeniji "rođak" telefaks, danas su nama toliko slična sredstva "telekomuniciranja" da ih pojmovno i ne odvajamo. Ipak, u početcima nije bilo tako. Danas nam izgleda neobično, ali brzjav i telefon primljeni su potpuno različito. Dok se brzjav odmah po izumu počeo javno upotrebljavati, i to s državnom potporom, do tle je izum telefona za njim kasnio nekoliko desetljeća, te je i od stručnjaka i od javnosti u prvo vrijeme promatran kao neka potpuno nekorisna igračka. Stoga su prve telefonske linije, pa čak i prve telefonske mreže, postavljane za privatnu ili zatvorenu poslovnu upotrebu. Telefon je tek nakon "dokazivanja" u zatvorenom krugu pušten u javnu upotrebu, i tek su tada državne ustanove preuzimale nadzor i upravu nad telefonskim mrežama. Tako je bilo u svijetu, pa i u nas. No pogledajmo kako je sve počelo.

Američki profesor zavoda za gluho-nijeme Alexander Graham Bell prijavio je 14. veljače 1876. godine patent za prijenos glasa na daljinu električnim putem, uređajem koji je nazvao telefon. Bilo je to dakle 35 godina poslije postavljanja prve brzjavne linije. Ipak, u prvo vrijeme ni među stručnjacima ni

u javnosti telefon nije izazvao osobit dojam, čak se i sumnjalo u mogućnost takva prijenosa glasa. Ipak, Bell je uspio već druge godine postaviti prvu telefonsku liniju između Bostona i Somervillea, a već je početkom 1878. godine u SAD bilo u upotrebi oko 14 tisuća telefonskih aparata. Prva javna telefonska mreža puštena je u rad 25. studenoga 1878. godine.

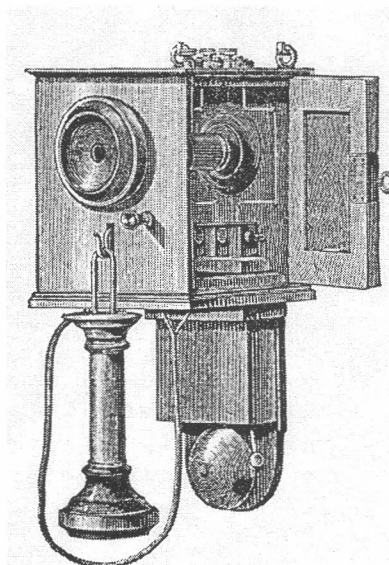
Svijet je ozbiljnije bio upoznat s izumom i primjenom telefona člankom koji je objavljen u časopisu "Scientific American" u listopadu 1877. godine. Mnogi u Europi naručuju telefone iz Amerike. Za nas je važno da je već 20. studenoga 1877. godine inženjer Franz Nissl pokusno uveo telefon u bečku Visoku tehničku školu.

Samo sedam dana kasnije naša je javnost obaviještena o telefonu podužim člankom u "Agramer Zeitungu", zagrebačkim novinama na njemačkom jeziku, a 12. i 20. prosinca i napisima u "Narodnim novinama".

Tih godina izlazi i prva knjiga "Novovjekih izuma", u kojoj je po jedno poglavlje o telefonu i mikrofenu, a Oton Kučera o telefonu zanosno piše²:

¹ I. Šah, M. Kišpatić, Novovjekni izumi u znanosti, obrtu i umjetnosti. Knjiga I. Matica hrvatska, Zagreb 1882.

² O. Kučera, Crte o magnetizmu i elektricitetu. Matica Hrvatska, Zagreb 1891.



Telefon iz 1880-ih godina.

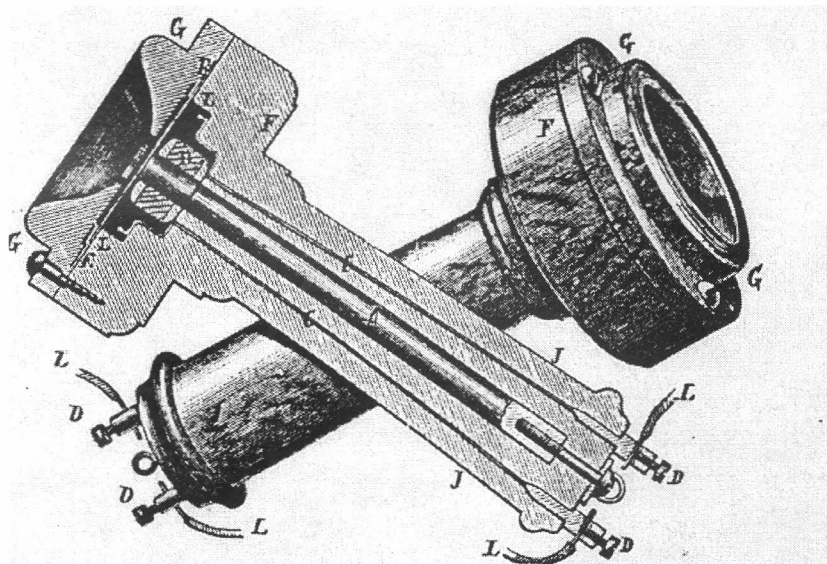
»..... mi imademo telefon, koji prenosi na stotine kilometara govor čovječji, tako točno, da ćeš i glas onoga prepoznati, koji govori. A tko je taj čarobnjak koji je ovo nevidjeno čudo izveo? Tko drugi, ako ne magnetičke i električne sile u ruci umnika čovjeka.«

Gradsko poglavarstvo grada Zagreba³ donijelo je 1880. godine odluku o izgradnji službene telefonske linije između Građevnog ureda poglavarstva u Čirilometodskoj ulici i Vodovodne strojarnice u blizini današnjega Zapadnog klodvora, duge oko 3,5 km. No, kako je 9. studenoga Zagreb zadesio katastrofalni potres, ta je telefonska linija puštena u promet tek 8. siječnja 1881. godine, samo četiri godine poslije prve telefonske linije u Americi. Stoga se taj dan smatra početkom telefonije u Hrvatskoj.

Narodne novine donose 16. travnja 1881. godine novinarski opis telefona:

»..... Taj telefon je po žici spojen s vodovodnom strojarnicom; kao što se telegrafski obci s najdaljnjim krajevima, tako se iz građevinskog ureda na viećnici mogu sa svoja tri kilometra daljine, razgovarati jedan s drugim baš kao da sjede u sobi.«

³ Mnogi podaci u ovom članku uzeti su iz knjige: Velimir Sokol, Stogodišnjica telefonije u Hrvatskoj, 1881. - 1981. PTT, Zagreb 1981.



Izgled i presjek Bellove slušalice, koja je istodobno služila i kao "mikrofon" (onodobna ilustracija).

Novinar nadalje opisuje kako je to s telefonima u svijetu:

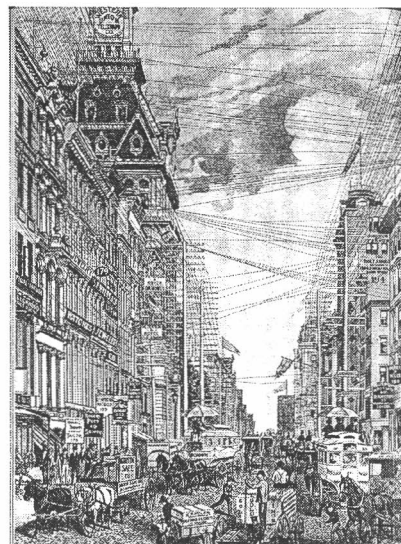
»..... Daljina već ne čini nikakve neprilike, dočim su današnji strojevi tako usavršeni, pa do njih možeš na 160 miljah izravno razgovarati. Ima aparata već tako usavršenih, da netrebaš unutra vikati, nego oni hvataju glas makar da dva i više korakah dalje stojiš i oni obće sve, što u sobi biva, vierno doglašuju.

Manipulacija kod stroja je posve jednostavna: govornik javi pritiskom na jedno putce, koje na drugom kraju zazvoni, u znak da se želi nešto govoriti. Organizacija je tako umna da se može i dalje s kojom drugom kućom obćiti, koja nije u izravnom savezu. U tom slučaju činovnik telefonskog ureda spoji žicu s ovom drugom, i sada se može razgovarati s ovom daljom osobom, a da ipak nitko drugi nečuje.«

Već je u ožujku 1881. godine i Gradsko poglavarstvo Varaždina odlučilo uvesti jednu telefonsku liniju. Na-

kon uvođenja prve telefonske linije, nastao je u Zagrebu zastoj, po svemu sudeći pod utjecajem Beča. Nekoliko je zagrebačkih gospodarstvenika nastojalo uvesti vlastite telefonske linije. Prvi je od njih Gustav Pongrac dobio 5. travnja 1883. godine dopuštenje da po stupovima gradskog telefona razapne telefonski vod od svoje pilane u Vodovodnoj ulici do stana u Mesničkoj ulici. Zatim su ga slijedili drugi poslovni ljudi, trgovci i posjednici. Banska uprava postavila je u Zagrebu svoju telefonsku liniju koja je proradila 26. siječnja 1886. godine.

Pojedinačne telefonske linije nisu omogućavale puno iskorištenje telefona. Za to je bila potrebna telefonska mreža, ali poštanska i brzojavna uprava nisu za nju pokazivale zanimanje. U Osijeku, u kojem je Gradsko poglavarstvo postavilo prvu svoju telefonsku liniju 1885. godine, raspisan je 4. lipnja 1886. godine u nas prvi natječaj za izgradnju mjesne telefonske mreže, na koji se nitko nije javio. Osijek će stoga dobiti telefonsku centralu tek za osam



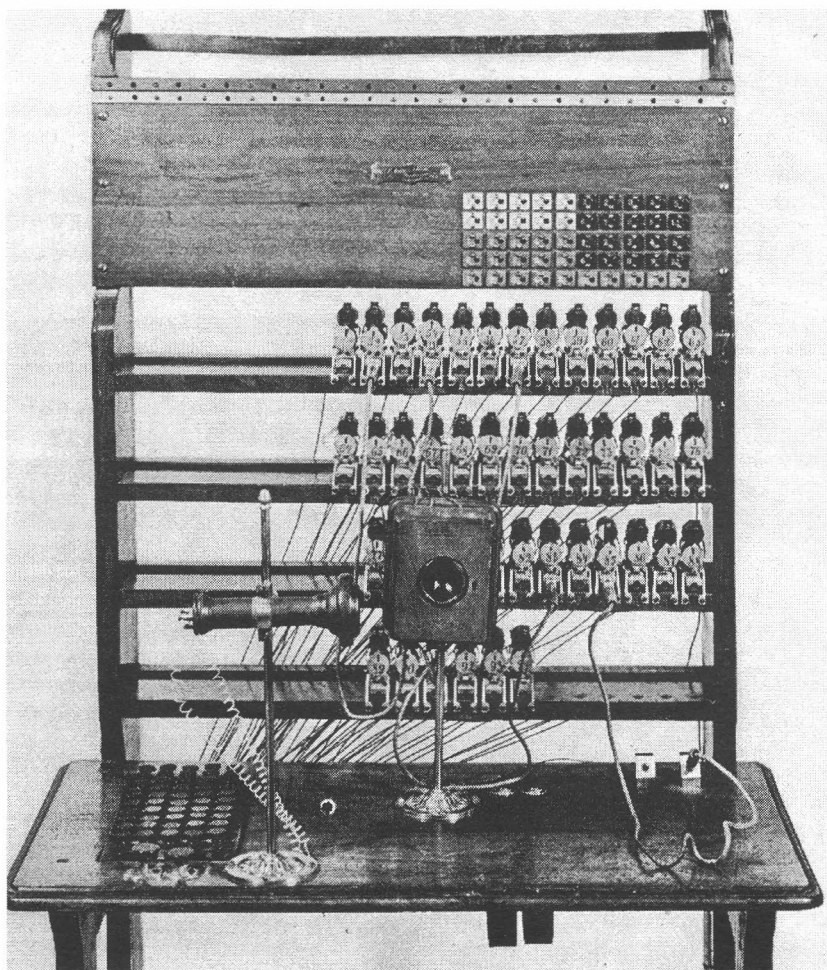
Manhattan s kraja devetnaestog stoljeća. Brojne telefonske žice značile su tehnički i poslovni napredak grada. I naši su gradovi bili krajem devetnaestog, pa sve do druge polovice dvadesetog stoljeća, istina u mnogo manjem opsegu, "umreženi" brojnim telefonskim stupovima, krovnim i zidnim nosačima te snopovima telefonskih žica.

godina. Natječaj za dobivanje koncesije za javnu telefonsku centralu u Zagrebu raspisan je polovicom iste godine. Mjesna je mreža u Zagrebu, u vrlo složenim upravnim odnosima između Beča, Pešte i Zagreba, povjerena koncesionaru Vilimu Schwarzu. Prva je telefonska centrala, s kapacitetom od 100 pretplatnika, bila smještena u njegovoj kući na uglu današnje Radićeve ulice i Krvavog mosta. Centrala je proradila 21. prosinca 1886. godine, ali je službeno otvorena 1. siječnja 1887., dakle upravo prije 110 godina. Bilo je to samo osam godina poslije prve javne centrale u Americi. "Agramer Zeitung" piše 8. siječnja:

»..... Istom je prošlo nekoliko dana otkako telefon stoji javnosti na raspolaganju, a već se može kazati da je postao nasušnom potrebom.

Dokaz o tome pruža broj pretplatnika - koji je već dosegao brojku od četrdeset korisnika - što s obzirom na okolnost da su neki mnogo veći gradovi započeli sa svega desetak pretplatnika, bez sumnje predstavlja dobar znak.«

Prvih je mjeseci dnevno obavljano 80 do 100 razgovora. Treba uzeti u obzir da je Zagreb u to doba imao 34 200 stanovnika i oko dvije tisuće kuća! Za usporedbu, u to je vrijeme u samoj Austriji bilo 11 privatnih telefonskih mreža.



Telefonska centrala sa stotinu brojeva iz osamdesetih godina prošloga stoljeća. Tako je vjerojatno izgledala i prva zagrebačka telefonska centrala iz 1881. godine.

Do pojave državne telefonske mreže u Zagrebu 1895. godine, u Zagrebu je dakle radilo nekoliko neovisnih telefonskih linija i mreža. Konačan je korak prema telefoniji u današnjem smislu učinjen 20. lipnja 1889. godine, kada je otvorena prva javna telefonska govornica unutar današnjega Zapadnog kolodvora.

Telefon se uvodi i u drugim gradovima Hrvatske. Prva telefonska linija u Dalmaciji bila je uspostavljena 22. veljače 1890. između Zadra, tada glavnoga grada Dalmacije, Šibenika i Splita. O neobičnoj primjeni telefona piše iz Zadra zagrebački dopisnik:

»Telefonska večernja priredba. - Javlja iz Zadra. - Prije par dana ovdašnji direktor pošta, gospodin Afrić, sakupio je u zgradi uprave pošta i telegrafa odabrano društvo.

..... Iste večeri su upravitelji telegrafskih ureda u Šibeniku i Splitu onamo pozvali gospodu i dame svoje poznanike. Bila je to večernja priredba koja se održavala u tri međusobno udaljena grada na obali Jadrana, razdaljina među kojima je iznosila 160, odnosno 320 kilometara. Pa ipak je ova večernja priredna predstavljala jednu jedinstvenu priredbu.

Gospoda iz Splita duže su vremena razgovarala s damama u Zadru, a ove su potom stupile u telefonsku vezu i razgovarale s poznanicima u Šibeniku i Splitu «

Uz našu je obalu prva telefonska mreža postavljena u Rijeci 25. ožujka 1890. godine. Telefonske linije i mjesne mreže izgrađuju se po cijeloj zemlji. Ključni događaj za dalji razvoj telefoni-

je u nas bio je podržavljenje oduzimanjem koncesija i otkupom svih dotada postavljenih telefonskih linija i mreža u Austro-Ugarskoj. Država ih je formalno preuzela 1. siječnja 1894. godine.

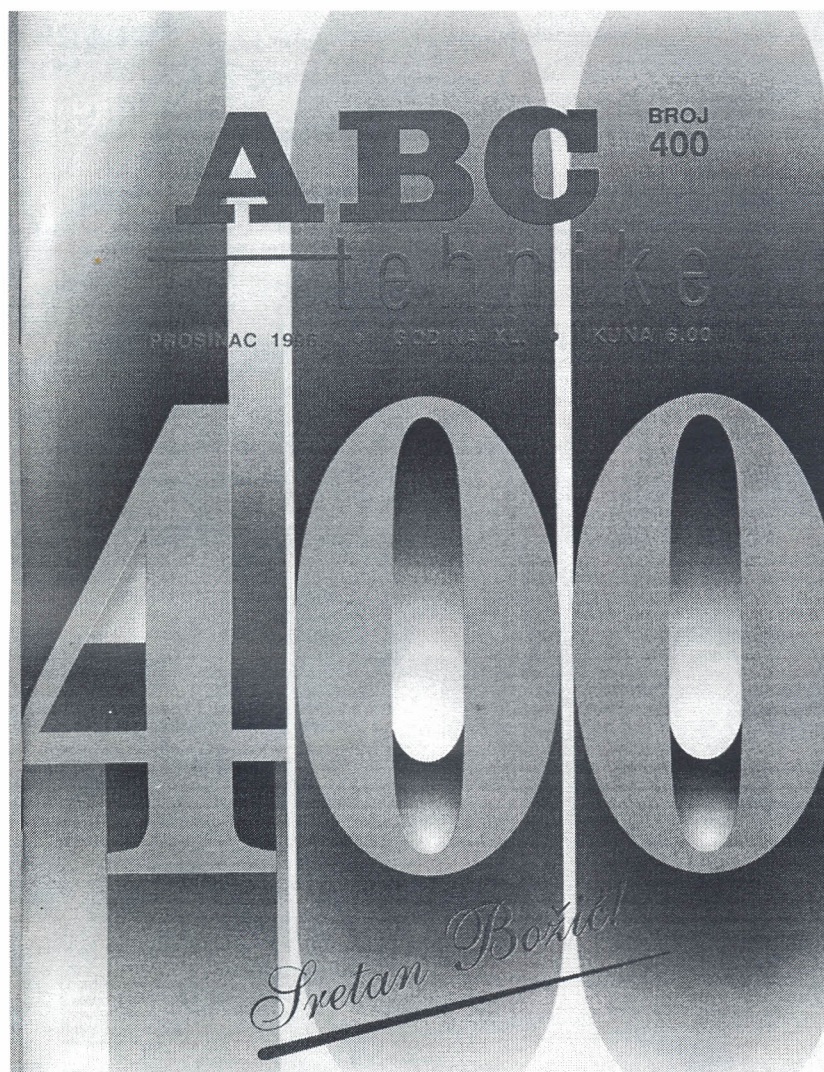
Telefon je bio jedno od najvećih tehničkih dostignuća na kraju devetnaestog stoljeća. Samo će nekoliko godina trebati da se pojavi "telegraf i telefon bez žica", ono što mi danas nazivamo radijem. Ipak, radio je već "ušao" u dvadeseto stoljeće.

Tako misli tih godina i Kučera:

»Smijemo dakle zaista reći, da je pretvorba zvučnih valova u električne i opet obratno električnih u zvučne, svakako jedan od najvećih i najdivnijih uspjeha, kojima se fizikalna nauka do danas dovinula.«



400 brojeva "ABC tehnike"



"Počelo je u rujnu godine 1957. kada je izdan prvi broj časopisa "ABC tehnike" s uvodnikom što je započinjao riječima: "Pred vama je prvi broj časopisa ... što ga izdajemo ... želeći vrlo mnogo ...". Prije trideset devet godina kada je skupina entuzijasta, okupljena oko časopisa "Elektrostrojarski ABC" što je izlazio (tada već) tri godine počela izdavati "ABC tehnike" - u nas nije bilo gotovo nikakve tradicije izdavanja takva časopisa. Trebalo je krenuti od početka u stvaranju fizionomije časopisa, kao i u pridobivanju čitatelja... U protekla (gotovo) četiri desetljeća na stranicama ovog časopisa javljala su se istaknuta pera naše znanosti i tehnike, priznati pedagozi i inženjeri, ali i potpuni amateri koji pokazuju zanimanje za samogradnju, modelarstvo i druge tehničke amaterske djelatnosti.

Živimo u doba kad su tehničke znanosti svakodnevni pratilac čovjeka, kad potpuno prožimaju sav njegov život ... i to ne samo ljudi koji se bave tehnikom, nego i svakog čovjeka kojemu je tehnika donedavna bila daleka, strana i nepoznata. Prijeka je potreba svakoga kulturalnog čovjeka današnjice da stekne barem osnovnu tehničku kulturu - a upravo to je i zadaća našeg časopisa i sva naša nastojanja usmjerena su u što boljem ostvarenju toga cilja. ... Ponosni smo što su naraštaji i naraštaji naših negdanjih mladih čitatelja danas istaknuti i uvaženi stručnjaci tehničkih znanosti, prosvjete i gospodarstva."

(iz uvodnika "Vaših i naših 400 brojeva")

"Rugjer" čestita časopisu "ABC tehnike" veliki jubilej!

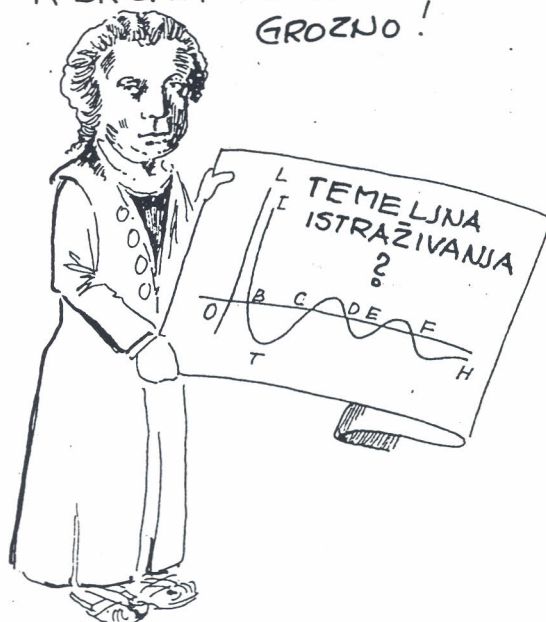
VREDNOVANJE



ČUO SAM DA SU
EINSTEIN I DIRAC U
PROSJEKU MALO
PUBLICIRALI...



ZAMISLITE, FIZIČARI IRB-a
PRIJAVILI SU PET PROGRAMA
A DRŽAVI TREBAJU SAMO DVA,
GROZNO!



not96

HRVATSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI
ODBOR ZA NAGRADE

raspisuje

N A T J E Č A J

ZA DODJELU NAGRADA
HRVATSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI

1. Odlukom Skupštine Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti ustanovljene su nagrade koje će se dodjeljivati za najviša znanstvena i umjetnička dostignuća u Republici Hrvatskoj, autorima čija djela su doprinos od izuzetnog i trajnog značenja za Republiku Hrvatsku.

Nagrade se dodjeljuju svake godine 29. travnja prigodom dana Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti.

Nagrada se sastoji od plakete i povelje o dodjeli nagrade.

2. Po jedna nagrada dodjeljuje se za ova znanstvena i umjetnička područja: društvene znanosti; prirodne znanosti i matematiku; tehničke znanosti; medicinske znanosti; filološke znanosti; književnost; glazbenu umjetnost; likovnu umjetnost.
3. Prijedloge za dodjelu nagrada mogu uz pismeno obrazloženje podnositi Odboru za nagrade razredi Akademije, vijeća fakulteta i umjetničkih akademija, sveučilišni senat, te znanstvena vijeća znanstvenih institucija.

Prijedlozi se upućuju Odboru za nagrade do 31. siječnja 1997. godine, na adresu Hrvatske akademije, Zagreb, Zrinski trg 11.

Prijedlozi moraju biti u pismenom obliku i obvezno sadržavaju:

- a) sažetak znanstvenog odnosno opis umjetničkog djela;
- b) temeljito obrazloženje;
- c) područje za koje se dodjeljuje nagrada.

4. Za sve dodatne informacije izvolite se obratiti na tel. 433-504/kućni 24

ODBOR ZA NAGRADE
HRVATSKE AKADEMIJE ZNANOSTI I UMJETNOSTI

Upute suradnicima

1. U "Rugjeru" će biti objavljeni članci što im je tema znanost i obrađuju nešto važno za tu djelatnost i ljude koji se njome bave. Naravno, ne moraju to biti izvorni znanstveni članci pa niti izvorni oblici (dakle, prvi puta objavljeni) članaka ali je nužno da bude uvažen znanstveni način razmišljanja i znanstveni pristup temi. A tema može biti bilo koja iz područja djelovanja i zanimanja čovjeka po kojemu časopis nosi ime: Rugjera Josipa Boscovicha. Pri tome se pretpostavlja da će autor pisati o temi koja je bliska onome čime se i sam bavi.

Naravno, svaki od tih članaka bit će recenziran i to će obaviti, u pravilu, netko kvalificiran (obično iz Izdavačkog vijeća).

2. Rukopis članka što se šalje uredništvu "Rugjera" za objavljivanje treba biti čistopis, po mogućnosti napisan računalom ili, barem, pisaćim strojem, na uobičajeni način, s dvostrukim proredom. Standardna grafička kartica (30 redaka s po 60 znakova u svakome) ima 1 800 grafičkih znakova a rukopis može imati između 5 i 12 takvih kartica. Naravno, poželjne su i slike, crteži, tablice, grafikoni i sve što napisano u članku može bolje oslikati i učiniti čitatelju jasnijim. Uz njih oznake i opisi moraju biti napisani uredno i na posebnom papiru. Istina, za sada slike moraju biti crno-bijele ali ne bi trebalo dugo biti tako.

Naslov uredništva je: Mjesečnik "Rugjer", stan Krčmar, Domobrankska 21/II., HR-10 000 Zagreb.

Osobito će se cijeniti rukopisi poslani i na računalnoj disketi, napisani u bilo kojem od poznatijih standardnih računalnih programa za pisanje ("WordStar", "Word", "Word Perfect"...). Oni će, naravno, biti objavljeni u izvornoj obliku.

3. Članci će biti tiskani onako kako su i napisani. U skladu s preporukama akademika Stjepana Babića (koji smatra da nitko ne bi trebao imati pravo ispravljati napisano onima koji imaju akademsku potvrdu znanja i koji znaju što pišu i odgovorni su za to) tekstovi (osim na izričitu želju autora) neće biti lektorirani niti redigirani (osim u dogovoru s autorom i po njegovom odobrenju). Naravno, napisani moraju biti hrvatskim jezikom i po mogućnosti prema nekom od važećih pravopisa. Očekuje se i da budu rabljeni, što je moguće striktnije, izvorni hrvatski izrazi i nazivi za pojedini pojam ili pojavu.

Pretpostavlja se unaprijed da sadržajem i načinom neće biti narušen niti jedan postojeći zakon niti propis u Republici Hrvatskoj, uključujući i novinarski kodeks - i to je uvjet za objavljivanje!

"Lucidar" je prvo djelo pisano hrvatskim jezikom u kojem su na popularan način izložene i prirodne pojave. Nastao je koncem XII. stoljeća u NJemačkoj a na hrvatski jezik preveden je sa českoga. Sačuvano je više srednjovjekovnih prijepisa toga prijevoda u Hrvatskoj i to djelo bilo je vrlo važno za upoznavanje srednjovjekovnih prirodoslovnih shvaćanja u Hrvata. (Vidjeti Žarko Dadić: "Egzaktne znanosti u hrvatskom srednjovjekovlju", Zagreb, 1991., str. 140-144.)

Kupon za pretplatu

Pretplata na hrvatski mjesečnik za promicanje znanosti "Rugjer"

Želim(o) se pretplatiti na hrvatski mjesečnik za promicanje znanosti "Rugjer", i to na 6 brojeva što iznosi 135 kuna ili na 12 brojeva što iznosi 250 kuna. (Za inozemstvo dvostruko)

Pretplata se plaća na račun "Lucidar", d.o.o. 30101-603-33054 pri Zavodu za platni promet (naznačiti da je to pretplata za "Rugjer").

Pretplatnik

Ime i prezime ili naziv tvrtke: _____

Ulica i kućni broj: _____

Poštanski broj i mjesto: _____

JMBG: _____

Pretplata od broja: (1, 2, 3, 4,...) _____ Koliko brojeva: (6, 12, ...) _____ Broj primjeraka: _____

Potpis: _____

(Molimo ispunite čitko, velikim slovima)

Popunjeni kupon obvezatno pošaljite na naslov: "Rugjer", HR-10 000, Zagreb, Domobrankska 21/II





Pugger

ISSN 1331-1328



9 771331 132005